

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**Přírodovědecká fakulta**  
Katedra fyzické geografie a geoekologie



**Změny diverzity a početnosti vodní avifauny ve  
vztahu k fyzicko-geografickým podmínkám  
prostředí**

**Changes of diversity and abundance of aquatic  
avifauna in relation to the physical-geographical  
environment**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Matyáš Adam**

Vedoucí práce: RNDr. Dušan Romportl, PhD.

Konzultant: Doc. RNDr. Petr Musil, PhD.

Praha 2012

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatелů.

V Praze dne 20.srpna 2012

.....

Matyáš Adam

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především svému školiteli RNDr. Dušanu Romportlovi, PhD. za podnětné připomínky a za to, že mě posunul zas o kus blíž k samostatnosti. Dále Doc. RNDr. Petru Musilovi, PhD. za poskytnutá data a důležité poznámky a rady. Velice rád bych poděkoval Mgr. Aleně Černíkové, PhD. za věnovaný čas a pomoc při zpracování statistických dat. Mé poděkování patří také Daně Ježové za trpělivou společnost a velmi děkuji mamce a babičce za důležitou podporu.

Práce vznikla za podpory grantového projektu VaV MŽP ČR SP/2d3/109/07.

## **Změny diverzity a početnosti vodní avifauny ve vztahu k fyzicko-geografickým podmínkám prostředí**

**ABSTRAKT.** Předkládaná práce řeší problematiku vlivu změn struktury vhodného habitatu a klimatických podmínek, jako nejdiskutovanějších faktorů prostředí, na modelovou skupinu organismů - vodní ptáky. V první části práce byl dle dostupné literatury charakterizován vliv těchto faktorů na indikační skupinu. V druhé části pak byla zpracována příslušná data o fyzicko-geografickém prostředí. Pro analýzu dopadu těchto podmínek prostředí na abundanci a diverzitu vodní avifauny byla použita data z databáze Mezinárodního sčítání vodních ptáků v lednovém termínu z 93 lokalit na území celé České republiky. Data byla vybrána za období 1975, 1990 a 2006, v souladu s databází CORINE Land Cover. Jako mnohorozměrné analýzy dat byly použity redundanční analýzy (RDA) a smíšené modely s náhodnými efekty, které odhalily významné souvislosti s povětrnostními podmínkami i ostatními environmentálními proměnnými. Vybrané proměnné prostředí se výraznou měrou podílely na vysvětlení variability druhových dat, čímž také byla otestována vhodnost jejich použití.

**Klíčová slova:** fyzickogeografické podmínky prostředí, změna klimatu, krajinný pokryv, struktura krajiny, biodiverzita, vodní ptáci

## **Changes of diversity and abundance of aquatic avifauna in relation to the physical-geographical environment**

**ABSTRACT.** This thesis looked into the issue of impact of changes of suitable habitat structure and climatic conditions, as the most discussed environmental factors, on model group of organisms – waterbirds. In the first part there was characterized effect of these factors on model group by the available literature. The relevant environmental variables were processed in the second part. For analysis of impact of these environmental factors on abundance and diversity of aquatic avifauna there were used data from International Waterbird Census in January term from 93 sites throughout the Czech Republic. Data were chosen for the period 1975, 1990 and 2006, in accordance with the database CORINE Land Cover. As multivariate data analysis there were used redundancy analysis (RDA) and mixed models with random effects, which showed significant associations with both weather conditions and other environmental factors. Selected environmental variables contributed substantially to the explanation of variability in species data, that was also tested suitability of their use.

**Keywords:** physical-geographical environment, climate change, land cover, habitat structure, biodiversity, waterbirds

# OBSAH

|  |    |
|--|----|
| 1. Úvod .....  | 6  |
| 2. Vliv fyzickogeografického prostředí na avifaunu – rešerše problematiky..... | 7  |
| 2.1. Vliv fyzicko-geografických podmínek prostředí na biodiverzitu.....        | 7  |
| 2.2. Charakteristika modelové skupiny organismů .....                          | 9  |
| 2.3. Vliv podmínek prostředí na abundanci a diverzitu vodních ptáků.....       | 10 |
| 2.3.1 Dopady změn ve využívání krajiny .....                                   | 10 |
| 2.3.2 Vliv klimatických podmínek .....   | 16 |
| 2.3.3 Vliv disturbancí .....   | 23 |
| 3. Materiály a metody .....  | 25 |
| 3.1. Data.....   | 25 |
| 3.1.1 Data o modelové skupině .....  | 25 |
| 3.1.2 Data o fyzicko-geografickém prostředí .....                              | 30 |
| 3.2. Zpracování vstupních dat.....   | 35 |
| 3.2.1 Zpracování geografických dat o charakteru prostředí .....                | 35 |
| 3.2.2 Statistická analýza vlivu určených faktorů prostředí.....                | 39 |
| 4. Výsledky .....  | 42 |
| 4.1. Změny krajinného pokryvu v okolí IWC .....                                | 42 |
| 4.2. Vliv proměnných prostředí.....  | 43 |
| 5. Diskuze .....   | 68 |
| 6. Závěr .....   | 78 |
| Použitá literatura.....  | 80 |
| Seznam příloh .....  | 87 |

## 1. ÚVOD

Živé organismy jsou ovlivňovány komplexním souborem faktorů abiotického, biotického a antropogenního prostředí, které se vzájemně v prostoru i v čase doplňují a prolínají. Podmínky prostředí podmiňují prostorové aspekty výskytu, šíření, resp. zániku populací organismů, jejich početnost, populační hustotu i celkovou diverzitu. Rozsáhlé změny kvality a struktury prostředí představují v současné době významnou hrozbu pro řadu rostlinných a živočišných druhů i pro existenci celých ekosystémů (např. Meffe *et al.* 1997). Působení jednotlivých podmínek prostředí lze zjišťovat pomocí ekologických bioindikátorů, tedy takových druhů, které jsou citlivé na změny určitého faktoru. Za ideální modelové organismy, indikující změny na krajině úrovni, jsou tradičně považováni právě ptáci (Temple & Wiens 1989, Gosse *et al.* 1994).

K zjištění intenzity působení jednotlivých faktorů prostředí a zhodnocení jejich dopadů na zájmové druhy organismů je nezbytné zapojení odborníků více vědních oborů. Od roku 2007 je na Katedře zoologie PřF UK řešen pětiletý projekt „*Dlouhodobé změny početnosti a distribuce vodních ptáků v České republice ve vztahu ke změnám klimatu a životního prostředí*“, jenž je zaměřen na analýzu dostupných údajů, které byly získány během různých monitorovacích programů zaměřených na vodní a mokřadní ptáky v České republice (Musil 2008). Ambicí předkládané práce je přispět k řešení daného tématu aplikací geografických přístupů za využití geoinformačních systémů.

Cílem této práce je analyzovat vliv hlavních fyzicko-geografických faktorů prostředí na diverzitu a abundanci vodních druhů ptáků na vybraných sčítacích lokalitách IWC (International WaterBird Census) v České republice. V první části budou pomocí dostupné literatury shrnuty dosavadní poznatky o vlivu podmínek prostředí na početnost a diverzitu ptáků. V druhé části pak proběhne analýza a standardizace nálezových dat z databáze Mezinárodního sčítání vodních ptáků (IWC) a ve vymezených zónách v okolí sčítacích lokalit budou zpracována fyzicko-geografická data o charakteru prostředí. V poslední řadě bude provedena statistická analýza vlivu uvedených podmínek prostředí na změny abundance a diverzity vodních druhů ptáků.

## **2. VLIV FYZICKO-GEOGRAFICKÉHO PROSTŘEDÍ NA AVIFAUNU – REŠERŠE PROBLEMATIKY**

### **2.1. Vliv fyzicko-geografických podmínek prostředí na biodiverzitu**

Biologická rozmanitost je ovlivňována řadou faktorů prostředí abiotické, biotické i antropogenní povahy, které se navzájem v prostoru i čase prolínají a ovlivňují a výrazně se liší podle prostorového měřítka. Rozmístění organismů je důsledkem jejich behaviorálního rozhodování. Důvodů pro preferenci určitého prostředí existuje celá řada, mezi nejvýznamnější patří nabídka potravních zdrojů (Belovsky 1978), úkrytové možnosti před predátory (Lima & Dill 1990), před sezónně či přechodně nevhodnými klimatickými podmínkami (Grubb & Greenwald 1982), atd. Znalost principů těchto preferencí ve vztahu k proměnným prostředí je základním kamenem pro porozumění mnoha aspektů chování zájmových druhů živočichů a jejich ochrany, zvláště pak v rámci hodnocení následků změn v životním prostředí na populaci (Sutherland 1996).

#### ***Abiotické faktory***

Základními abiotickými faktory ovlivňujícími biodiverzitu jsou klima, geologický podklad či členitost terénu. Klima jako podstatný prvek zahrnuje sluneční záření, teplotu vzduchu, vzdušné proudění či atmosférickou vlhkost a srážky. Globální změna klimatu ovlivňuje fenologické jevy, populační dynamiku či areál výskytu organismů (např. Thommas & Lennon 1999, Julliard *et al.* 2003, Crick 2004). Očekává se, že klimatická změna povede k vážným změnám složení většiny bioty (Walther *et al.* 2002, Root *et al.* 2003). Ačkoliv jsou první účinky klimatických změn znatelné již teď, mnohem vážnější dopady jsou očekávány v budoucnu (Meffe *et al.* 1997).

Pro fungování systému jsou důležité základní látkové výměny, tedy cykly geologické (tektonické, sedimentární), hydrologické a cykly biogeochemické, tedy cykly kyslíku, dusíku, uhlíku, síry, fosforu ap. Tyto zmíněné faktory a procesy významně ovlivňují druhovou diverzitu, početnost a prostorové rozšíření (Begon *et al.* 1996). I v relativně stálém abiotickém prostředí však může docházet k rychlým změnám, jež mají dopady na biotu. Příčinou mohou být náhlé změny podnebí, dopady kosmických těles či zvýšená vulkanická činnost.

### ***Biotické faktory***

Jednotlivé organismy jsou provázány složitými ekologickými vazbami, tedy potravními řetězci, potravními sítěmi ap. Prostorové aspekty výskytu, početnost, populační hustotu či celkovou diverzitu tak ovlivňuje postavení jedinců v ekosystému. Druhovú úspěšnost je tak dána řadou biotických interakcí, a to mezidruhových i vnitrodruhových. V rozlišení intenzity dopadů ostatních faktorů prostředí je významná kompetice. Tkadlec (2008) definuje vnitrodruhovou (intraspecifickou) kompetici jako „soutěž mezi jedinci stejného druhu o stejné limitované zdroje, která se projeví redukcí přežívání a plodnosti alespoň u některých jedinců“. Ta se dělí na nepřímou kompetici soupeřivou neboli exploataci a kompetici soubojovou neboli interferenci, která vede k přímým interakcím mezi jedinci. Mezidruhová neboli interspecifická kompetice se tak analogicky dělí na exploataci a interferenci. Organismy spolu však nejen soutěží, ale také jeden pro druhého představují potravní zdroj a vzájemně se konzumují. Predace tak v širším pojetí zahrnuje jak pravou predaci, tak herbivorii, parazitismus a parazitoidismus (Tkadlec 2008). V případě, že se využívané zdroje, jako je potrava či hnízdní příležitosti, jednoho druhu překrývají s využívanými zdroji jiného druhu, bude mít také zvyšování početnosti onoho druhu následkem faktorů prostředí (např. změny klimatických podmínek, degradace habitatu aj.) vliv na tyto druhy. Příkladem může být zvýšená kompetice mezi stálými druhy a migranty v místě hnízdiště vlivem klimatických změn (např. Both & Visser 2001). Vzájemná provázanost jednotlivých druhů hraje významnou roli. Vyhynutí jednoho druhu může vést k vyhynutí řady jiných druhů, popřípadě k přemnožení organismů, jimiž se daný druh živil.

### ***Antropogenní faktory***

V současné době je biodiverzita ohrožována především lidskou činností, ať již přímo, či nepřímo. Výsledky mnoha studií signalizují, že současná rozsáhlá přeměna přirozeného prostředí a jeho degradace jsou významnou hrozbou pro druhy a ekosystémy (např. Meffe *et al.* 1997). Na zániku přirozených stanovišť se ve velké míře podílí expandující městská zástavba s průmyslovými oblastmi a návaznou dopravní infrastrukturou (Savard *et al.* 2000, Parody *et al.* 2001), intenzifikace zemědělství (Siriwardena *et al.* 1998, Chamberlain *et al.* 2000) aj. Například zánik, degradace a fragmentace lesních komplexů mají hluboký dopad na ptačí populace a biodiverzitu vůbec (Meffe *et al.* 1997). Fragmentace přirozeného prostředí vedoucí ke zmenšování obývaných plošek a zvyšování izolovanosti těchto plošek negativně ovlivňuje životní cyklus druhů (Fahrig & Merriam 1994). Izolací jednotlivých populací může také docházet k jejich degeneraci. Mezi další antropogenní



vlivy ovlivňující biodiverzitu patří vysazování nepůvodních druhů rostlin a živočichů, nadměrný lov, znečišťování životního prostředí či diskutované globální změny klimatu.

## 2.2. Charakteristika modelové skupiny organismů

Působení jednotlivých faktorů prostředí lze zjišťovat pomocí ekologických bioindikátorů, tedy takových druhů, které jsou citlivé k určitému faktoru. Za ideální modelové organismy, rapidně reagující na změny v životním prostředí, jsou tradičně považováni právě ptáci (Temple & Wiens 1989, Gosse *et al.* 1994). Jedná se o druhově bohatou skupinu obývajících rozmanitá stanoviště, kde velmi často tvoří vrcholové články potravních řetězců (např. Newton 1998). Jsou nejsnáze zachytitelnou a nejlépe studovanou skupinou živočichů především díky denní aktivitě převážné většiny druhů, sezónním omezením teritoriální aktivity a reprodukce, relativně snadným a rychlým určením v terénu, vysokou oblíbeností mezi lidmi a tudíž existencí velkého množství amatérských spolupracovníků, kteří jsou schopni zapojit se do různých výzkumů (Musil *et al.* 2008).

Rozsáhlé změny v kvalitě prostředí či přímé antropogenní vlivy (pronásledování, ochrana, introdukce) vedou mnoho druhů k významným změnám jejich rozšíření v prostoru i čase. Dle přehledových studií Šťastného *et al.* (2006) byla v České republice činností člověka ovlivněna řada druhů vodních ptáků.

Patří mezi ně například husa velká (*Anser Anser*), jejíž početnost se v Evropě až do začátku 20. století snižovala a z některých území husy zcela vymizely. Areál rozšíření i početnosti se opět začaly s postupující ochranou a introdukcemi zvyšovat. Orel mořský (*Haliaeetus albicilla*) běžně hnízdil v mnoha částech Evropy od počátku 19. století. Během 19. a počátkem 20. století především vlivem pronásledování z mnoha míst zmizel. Od 70. let se opět šíří také díky introdukcím. Hojnost orlů mořských se u nás od konce 80. let zvýšila dokonce čtyřnásobně, přes pozitivní populační trend však stále zůstává druhem kriticky ohroženým (Šťastný *et al.* 2006). Ze vzácnějších druhů byl v České republice od 80. let zaznamenán vysoký přírůstek jeřába popelavého (*Grus grus*) (až o 500%), či racka černohlavého (*Larus melanocephalus*) (Šťastný *et al.* 2006).

## 2.3. Vliv podmínek prostředí na abundanci a diverzitu vodních ptáků

Významné množství faktorů prostředí, zejména biologického charakteru (mezidruhové i vnitrodruhové vztahy ap.) nelze hodnotit geografickými metodami. Proto je práce primárně zaměřena na analýzu dopadů dvou nejčastěji zmiňovaných environmentálních faktorů na společenstva vodních ptáků jako modelové skupiny organismů. Těmito důležitými faktory způsobujícími současné změny v biodiverzitě jsou změny ve využívání krajiny a změny klimatu (např. Sala *et al.* 2000, Donald *et al.* 2001, Walther *et al.* 2002). Ačkoliv víme, že využívání krajiny a změny klimatu mají významný vliv na ptačí populace, je stále nejasné, který z těchto faktorů je v současné době tím nejzávažnějším. Mimoto je obtížné zjistit, který z faktorů způsobuje pokles dané populace, protože více faktorů může působit na jistou skupinu ptáků shodným způsobem. Je proto nezbytné testovat vliv více faktorů současně k rozpoznání jejich vlivu (Lemoine *et al.* 2007).

### 2.3.1 Dopady změn ve využívání krajiny

#### *Současné změny v Evropě*

V současné době probíhají v rámci Evropy výrazné změny v krajinném pokryvu ve vztahu s využíváním krajiny. Všeobecná interpretace změn je však složitá, protože různé země Evropy a jejich regiony mohou zachycovat poměrně odlišné trendy ve vývoji využívání krajiny. Není tedy možné vytvořit jednotný model změn napříč celým kontinentem (EEA Report 2006).

Pravděpodobně k nejrozsáhlejším změnám dochází v zemědělských oblastech, jež zahrnují jedny z nejrozšířenějších kategorií krajinného pokryvu v Evropě. Na jedné straně dochází především díky tržnímu tlaku na vyšší produkci zemědělských produktů k intenzifikaci zemědělství ve přeměny pastvin na ornou půdu (např. v Nizozemí, Irsku či ve Francii), na druhé naopak k přeměně orné půdy na louky a pastviny, např. v České republice či Německu, kde byly marginální oblasti ponechány ladem. Tam, kde byla ukončena zemědělská činnost, může docházet přirozenou regenerací k přeměně těchto nevyužívaných ploch na lesy. Takové trendy můžeme nejčastěji zaznamenat v horských regionech Evropy, dále v Maďarsku, Slovensku, Portugalsku či Itálii. Výrazná přeměna orné půdy v lesní komplexy byla pozorována v Nizozemí a Dánsku, což pravděpodobně odráží ochrannou politiku těchto zemí. V Dánsku bylo mnoho nově zalesněných oblastí vytvořeno především kvůli ochraně podzemních vod před znečištěním ze zemědělství.

K významnému zalesňování také došlo v Irsku, Portugalsku, Španělsku a Spojeném království. Mnoho zemědělských oblastí ubylo také s nárůstem uměle přetvořených povrchů, přičemž největší rozšiřování urbanizované plochy je patrné v Belgii, Nizozemí a Dánsku (EEA Report 2006).

Právě změny ve využívání krajiny jsou jedním z významných faktorů, které výrazně ovlivňují ptačí populace. Mnohé studie se v minulosti zabývaly vlivem intenzifikace zemědělství (van Eerden *et al.* 1996, Siriwardena *et al.* 1998, Chamberlain *et al.* 2000), dopady fragmentace krajiny (Hobson & Bayne 2000, Guadagnin *et al.* 2005, Schulte *et al.* 2005), či vlivem urbanizace na strukturu ptačích populací (Parody *et al.* 2001, Veech 2006, Avilova 2008).

### ***Vliv intenzifikace zemědělské výroby***

V druhé polovině 20. století, především pak od 70. let docházelo po celé Evropě k intenzivním změnám v zemědělství, jež napomohly zvyšování zemědělské produkce na hektar. Současně s tím však docházelo k poklesu rozmanitosti polních druhů, zejména mezi ptáky (Fuller *et al.* 1995, Siriwardena *et al.* 1998). Mechanizací osévání a sklízení, pozdně zasetymi plodinami a menším rozsahem jarních úhorů se snižovala dostupnost hnízdních příležitostí a potravní nabídky pro ptáky a zvyšovala přímá mortalita ptáků způsobená zemědělskou činností, což mělo za následek pokles jejich populací (Crick *et al.* 1994, Wilson *et al.* 1997, Reif *et al.* 2008b). Naproti tomu však dokázali ze současných změn v zemědělství těžit stěhovaví býložraví vodní ptáci, zejména větší druhy, jako husy a labutě (van Eerden *et al.* 1996). Od 50. let se napříč celou Evropou díky kvalitnějšímu managementu a výběrovému šlechtění výrazně zlepšila kvalita travin. Zvýšil se obsah proteinů, zlepšila stravitelnost a prodloužila délka vegetačního období. Zemědělská politika vedla ke kultivacím velkého měřítka, což dalo vzniknout rozsáhlým oblastem převážně jednotvárných, intenzivně obhospodařovaných ploch trav a obilnin. To zvýšilo únosnou kapacitu evropské pevniny pro pasoucí se ptáky a u několika severně hnízdících druhů hus se tak v posledních 50 letech dramaticky zvýšily populace a došlo k výrazným změnám v prostorovém rozšíření (Madsen *et al.* 1999 *ex* Fox *et al.* 2005). Dle van Eerdena *et al.* (1996) měl tento fakt v Nizozemí za následek zvyšování také počtu kachnovitých (*Anatidae*).

V blízké budoucnosti by se však trendy mohly zvrátit v návaznosti na snížení využívání hnojiv a po snížení počtu dobytka pasoucího se na přírodních pastvinách (experimenty s husami v zajetí totiž ukázaly, že nespásané travní porosty přestávají být pro

husy atraktivní (Van der Graaf *et al.* 2002). To se může týkat hlavně menších druhů, jako je berneška tmavá (*Branta bernicla*), ale postupně mohou být ovlivněny i druhy většího vzrůstu (Van Eerden *et al.* 1996). Například severské husy běločelé grónské (*Anser albifrons flavirostris*) se v oblastech Grónska a Norska staly na zemědělské půdě natolik závislé, že je jejich schopnost navrátit se k původním stanovištím, které v minulosti obývaly, dosti limitována. Navíc intenzivní obdělávání některých oblastí v kontrastu s opouštěním jiných vede husy ke koncentraci na nejproduktivnějších plodinách. V takových případech jsou však farmáři intenzivně zasažováni, což je nutí přesouvat se na méně úživná stanoviště. Otázkou zůstává, jak úspěšné husy dokážou být v přizpůsobení se méně produktivním lokalitám. Současné ničení tradičních stanovišť a pokles zemědělství v severních zeměpisných šířkách jsou novým faktorem, kterému musí populace čelit (Fox *et al.* 2005).

### ***Vliv urbanizace***

Urbánní ekosystémy jsou obecně typické vysoce fragmentovanou, heterogenní krajinou, které dominují budovy, silnice, chodníky a často výrazný nedostatek vegetačního pokryvu (Jokimäki 1999). Zbývající vegetace, jejíž složení je často do značné míry přeměněno, tak hostí jen pár původních druhů a četné exotické druhy. Navíc nedotčené fragmenty původní vegetace mohou být tak malé nebo izolované, aby podporovaly kvalitní společenstvo (Savard *et al.* 2000). Urbanizované oblasti jsou také charakteristické vysokou mírou disturbance, spojené s lidskou činností, jako je dopravní ruch, výstavba a rekreace (Jokimäki 1999). Tyto změny ve struktuře a funkci mohou vést k vysoce pozměněné skladbě ptačích populací sestávající z habitatových generalistů, synantropních a exotických druhů. Druhovú diverzitu v urbánním prostředí tak v podstatě závisí na tom, jak lidé projektují a spravují městské prostředí (Hostetler *et al.* 2003).

Hojnost zdrojů, na kterých jsou organismy závislé, jako je vegetační kryt, potrava a hnízdní prostor, se tedy mohou měnit s rozvojem urbanizace (Mills *et al.* 1989). S rapidním rozvojem urbanizovaných oblastí je proto důležité zaměřit se na vztahy mezi volně žijícími živočichy a urbánním prostředím. Většina dřívějších studií se zabývala ptačími populacemi žijícími v okolí lidských sídel během hnízdní sezóny (např. Tilghman 1987), ale pouze několik málo studií bylo zaměřeno na zimující ptačí populace (např. Jokimäki & Suhonen 1998, Polakowski *et al.* 2010). Ve Finsku se celková hustota zimujících ptáků, nikoliv však druhová diverzita, s mírou urbanizace zvýšila (Jokimäki *et al.* 1996 ex Jokimäki & Suhonen 1998). Je však důležité znát faktory, které v zimě

ovlivňují výskyt individuálních druhů ve městě (Tilghman 1987). Urbanizované plochy se stávají alternativními zimovišti druhů, kteří jsou schopni využít nových podmínek, jež města nabízí, jako je potrava, úkryt a snížená predace. Adaptace na urbánní ekologické niky vyžaduje změny v chování a ekologii druhů, kteří primárně obývají mimoměstské prostředí. Například urbánní populace kachny divoké (*Anas platyrhynchos*), lysky černé (*Fulica atra*), či labutě velké (*Cygnus olor*) v centrální Evropě obvykle tráví zimy v jejich městských hnízdištích (Luniak 2004 ex Polakowski *et al.* 2010). Snížení sezónních migrací je reakcí na lepší zimní podmínky ve městech, částečně související s mírnějším městským mikroklimatem, který poskytuje více ploch bez sněhové pokrývky a nezamrzající vody (Avilova 2008). Urbánní populace těchto druhů jsou obvykle charakteristické vysokou populační hustotou během celého roku, především v důsledku nižšího predančního tlaku a bohatých antropogenních zdrojů potravy (zbytky, krmení lidmi). Takové příležitosti jsou atraktivní pro mnoho ptačích druhů, což vede ke změnám jejich potravních návyků (Guillemain *et al.* 2002). Při výběru vhodného habitatu se podle Trauta (2003) i disturbance související s lidskými aktivitami stávají druhořadými a mnoho druhů vodních ptáků je schopných tolerovat jejich zvýšenou míru jako cenu za kvalitní stanoviště.

### ***Vliv degradace vodních a mokřadních ekosystémů***

Dalším významným ptačím biotopem, vážně ohroženým lidskou činností, jsou mokřadní a vodní ekosystémy. Klíčové postavení ptáků v těchto ekosystémech dobře dokumentuje skutečnost, že jsou od 70. let 20. století využíváni k identifikaci významných mokřadů mezinárodního významu, které jsou posléze chráněny na základě Ramsarské úmluvy – Úmluvy o mokřadech mající mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva (Musil *et al.* 2008). Jako mokřad je označován biotop, který je tvořen charakteristickými druhy vegetace, jež jsou závislé na sezónním či permanentním zaplavení, nebo na půdách dostatečně nasycených vodou. Tvoří tak přechod mezi suchozemským a vodním ekosystémem. Mokřady poskytují unikátní přirozené prostředí pro mnoho vzácných a ohrožených druhů vodních ptáků. S rostoucí hustotou osídlení a ekonomickým rozvojem, bylo stále více mokřadů přeměňováno na kultivovanou zemědělskou krajinu a jejich hydrologická funkce byla pozměněna odvodňováním. Tyto procesy vážně ovlivnily mokřady a jejich biodiverzitu po celém světě. V Evropě bylo více jak 50% přírodních mokřadních a vodních lokalit ztraceno, především kvůli vysoušení pro zemědělské účely a všechny zbývající mokřady jsou ovlivňovány různým rozsahem lidských aktivit (Hails, ed. 1997). V Camargue, které je jedním z nejdůležitějších mokřadů pro ochranu vodní

avifauny ve Francii, ustoupilo 40 % přírodních a polopřírodních mokřadních stanovišť zemědělským a průmyslovým účelům (Tamisier & Grillas 1994).

Mimoevropským příkladem může být oblast Sanjiang Plain, největší mokřadní komplex v Číně, situovaná v severovýchodní provincii Heilongjiang. Tato oblast byla ještě před rokem 1950 známá jako „Velká severní divočina“ Číny, sestávající z mokřadů a zaplavovaných luk. Sanjiang Plain patří do Palearktické oblasti, která vyniká bohatou avifaunou, zvláště mnoho migrujících ptáků využívá tuto oblast během migrace pro odpočinek. Mezi vzácné a ohrožené druhy tohoto regionu patří hnízdící jeřábi mandžusť (*Grus japonensis*), jeřábi bělošíjí (*Grus vipio*), čápi východní (*Ciconia boyciala*) či orli mořští (*Haliaeetus albicilla*). Od 50. let byl však rozvoj zemědělství v této oblasti natolik intenzivní, že zůstala pouhá čtvrtina z původních mokřadů. S tím přišel i dramatický pokles některých ohrožených druhů, které byly vázané na toto prostředí (Liu *et al.* 2004). Např. jeřábi mandžusť, labutě zpěvné (*Cygnus cygnus*) a čápi východní byly před rokem 1950 dominantními druhy tohoto regionu. Z původních několika tisíc jedinců bylo v roce 2000 napočítáno pouhých 20 jeřábů mandžuských a 60 exemplářů labutí zpěvných (Xiaomin 2002 *ex* Liu *et al.* 2004).

Na druhé straně, vodní ptáci mohou využívat stále přibývajících alternativních prostředí vytvořené lidmi. Tyto současné vodní ekosystémy byly původně navrženy pro lidský užitek, až v druhé řadě získaly roli ochrannou (např. Ma *et al.* 2004). Slaniska, chovné rybníky, vodní nádrže, lomy, šterkovny a pískovny, závlahové rybníky či rýžová políčka tak mohou vodním ptákům poskytovat alternativní nebo náhradní habitat (Santoul *et al.* 2004). Sebastián-González *et al.* (2010) tvrdí, že při výběru takového stanoviště vodními ptáky závisí především na velikosti vodní plochy, konektivitě, tedy vzdálenosti k nejbližšímu mokřadu, a kvalitě habitatu vyjádřené potravní nabídkou a dnovým materiálem, přičemž zimující populace jsou při výběru méně selektivní. Znalost těchto aspektů může být důležitá pro cílené vytváření umělých mokřadů a vodních ekosystémů. Alternativních stanovišť přesto ptáci využívají spíše až při nedostupnosti či zhoršené kvalitě přírodních mokřadů a zejména pak v zimě (Ma *et al.* 2004). Při současné ztrátě mokřadních ekosystémů tak zimní tažní ptáci a býložravé druhy, seskupující se spíše v přírodních mokřinách vykazují negativnější trendy poklesu početnosti než druhy stálé, všežravé či masožravé, které využívají přetvořené habitaty (Rendón 2008).

Dle Donalda *et al.* (2006) se přesto v celoevropském měřítku početnost druhů obývajících vnitrozemské mokřady, stejně jako početnost mořských a pobřežních druhů, zvyšuje.

### ***Změny struktury krajiny***

Změny ve využití krajiny s sebou přinášejí i změny struktury krajiny. Dle řady studií (např. Haila & Hanski 1984, Fahrig & Merriam 1994) probíhají v evropské krajině dvě odlišné skupiny procesů. Na jedné straně dochází ke zvyšování fragmentace a snížení konektivity vhodného prostředí, kdy narůstá izolovanost plošek vhodného habitatu zájmových druhů, současně však dochází k unifikaci a globalizaci výrobních postupů, které vedou k homogenizaci krajinné struktury.

Ztráta přirozeného prostředí i fragmentace krajiny negativně ovlivňují životní cyklus ptačích druhů. Vysvětlení pro negativní dopady fragmentace jsou: nižší míra rekolonizace prázdných plošek a snížená velikost lokální populace mající za následek zvýšenou náchylnost k vymírání (Fahrig & Merriam 1994). Existují ale též důkazy, že fragmentace prostředí může mít i pozitivní vliv na regionální přežívání populace (den Boer 1981, Kareiva 1987).

Přestože byly vlivy ztráty přirozeného prostředí a fragmentace mnohokrát diskutovány, není stále jasné, které z faktorů mají větší dopad na populace ptáků (Haila & Hanski 1984). Fahrig (1997) tvrdí, že ztráta přirozeného prostředí má mnohem větší vliv na extinkci populace než jeho fragmentace, přičemž záleží na rozsahu habitatu. Pokud je totiž příliš malý, fragmentace zde bude hrát významnější roli (Fahrig 1998). Také Trzcinski *et al.* (1999) našli silný pozitivní vztah mezi plošným rozsahem lesního pokryvu a přítomností hnízdících ptáků. Ovšem některé lesní druhy ptáků přesto preferují malé lesní fragmenty s okrajovým efektem (např. Bellamy *et al.* 1996). To však nelze říct o vodních ptácích ve fragmentovaných mokřadech, kde žádný z druhů neupřednostňoval izolované plošky. Podle Guadagnina *et al.* (2005) je tak velikost území důležitým faktorem souvisejícím s gradientem druhového složení a početností vodních ptáků.

Změna jednoho habitatu může mít různé dopady na druhy lišící se v jejich souvislosti s přirozeným prostředím (Reif *et al.* 2008a). Vztahy mezi populačními trendy a odlišnými požadavky daných druhů na habitat mohou být vysvětleny dlouhodobými změnami v krajinném pokryvu. Změny v krajinném pokryvu se tak stávají důležitým faktorem v dlouhodobých trendech ptačích populací (Reif *et al.* 2008a).

### 2.3.2 Vliv klimatických podmínek

Dlouhodobý charakter klimatu i sezónní stav a chod počasí hrají významnou roli v rozmanitosti a početnosti ptačích populací. Klimatické a povětrnostní podmínky působí na životní cyklus ptáků komplexem přímých i nepřímých vlivů. Mohou ovlivňovat rychlost metabolismu organismů, rozmístění populací v prostoru, hnízdní úspěšnost druhů ap. (např. (Newton 1998). Klimatické změny způsobují dřívější hnízdění (Dunn & Winkler 1999, Crick & Sparks 1999, Jonzén 2006), změny v hnízdní produkci (velikost snůšky, velikost vajec, úspěšnost hnízdění; Jarvinen 1996). Předpokládá se, že na regionální i na globální úrovni budou klimatické změny stále více způsobovat změnu v rozložení hlavních habitatů, což povede k posunu areálů výskytu druhů (např. Peterson *et al.* 2002, Huntley *et al.* 2006, 2008). Již byly zaznamenány posuny hranic areálů mnoha druhů směrem na sever (Thomas & Lennon 1999, Parmesan *et al.* 1999, Brommer 2004). Rozsáhlý negativní dopad na ptačí populace mohou mít i cyklicky se opakující klimatické události (například jev El Niño; Schreiber & Schreiber 1984).

Povětrnostní a klimatické podmínky mají také přímý vliv na vodní ekosystémy. V teplejších zimách narůstají počty zjištěných jedinců i obsazených lokalit, naopak v chladnějších zimách jsou ptáci kvůli zámrazu mělkých vodních ploch nuceni se přesouvat na tekoucí vody (Musil *et al.* 2008). Mělké vodní plochy sice zamrzají dříve než hluboké, ale také na jaře dříve rozmrazí. To může upřednostnit disperzi plovavých kachen před potápivými, které preferují spíše hlubší vody (Kaminski & Weller 1992 *ex* Mallory *et al.* 2003). Musilová *et al.* (2009b) se domnívá, že zvyšování početnosti kachen, které zimují na stojatých vodách, během mírnějších zim, by mohlo být odezvou na globální změny klimatu. S předpovědí mírnějších zim napříč Evropou, včetně České republiky (Huntley *et al.* 2006, 2008), můžeme v následujících letech očekávat, že nezamrzající stojaté vody nabudou, což by potenciálně vhodné habitaty, vyššího významu. Také sněhová pokrývka může hrát významnou roli ve změnách početnosti a rozšíření vodních ptáků. Pokud je totiž příliš vysoká, mohou být ptačí druhy, pasoucí se na souši, nuceny vyhledat jiné vhodnější lokality.



### ***Vliv sezónních a okamžitých povětrnostních podmínek na migrační chování***

Sezónní výskyt migrujících ptáků v dané lokalitě zásadně ovlivňuje charakter migrace, podmíněný celou řadou faktorů. Klíčovou roli hrají právě klimatické podmínky, zejména sezónní stav a dynamika, aktuální povětrnostní podmínky a související fenologické poměry. Meteorologické podmínky během tahu mohou významně ovlivnit směr a rychlost migrace. Nejvhodnější podmínky poskytuje migrantům stabilní počasí. Obecně jižní teplé vzdušné proudy na jaře jsou spojovány s tahem ptáků na sever a chladné severní proudění na podzim s tahem na jih (Elkins 1988 *ex* Sparks *et al.* 2002).

Současné studie poukazují na změny v načasování migrací ptáků (Mason 1995, Huin & Sparks 1998, Sparks & Braslavská 2001, Sparks & Mason 2004, Marra *et al.* 2005, Jonzén 2006, 2007). Příčinami může být zvýšení teploty v cílové oblasti (např. Sparks 1999), lokální klimatické podmínky podél migračních cest (Huin & Sparks 1998, Storde 2003, Ahola *et al.* 2004), či rozsáhlý klimatický fenomén Severoatlantická oscilace (NAO, North Atlantic oscillation; Forchhammer *et al.* 2002, Hüppop & Hüppop 2003). Většina studií je založena na záznamech prvního přiletu na hnízdiště (Mason 1995, Sparks 1999), kde je v posledních dvou dekadách patrný posun k časnějšímu datu. Méně často pak na pozdějším posledním pozorování migrantů na podzim (Jenni & Kéry 2003, Sparks & Mason 2004). Mnoho druhů tedy tráví na hnízdištích déle času (Thorup *et al.* 2007). Ptáci však mohou na jaře přilétat i později z důvodu chladnějších jarních teplot (Sparks & Braslavská 2001).

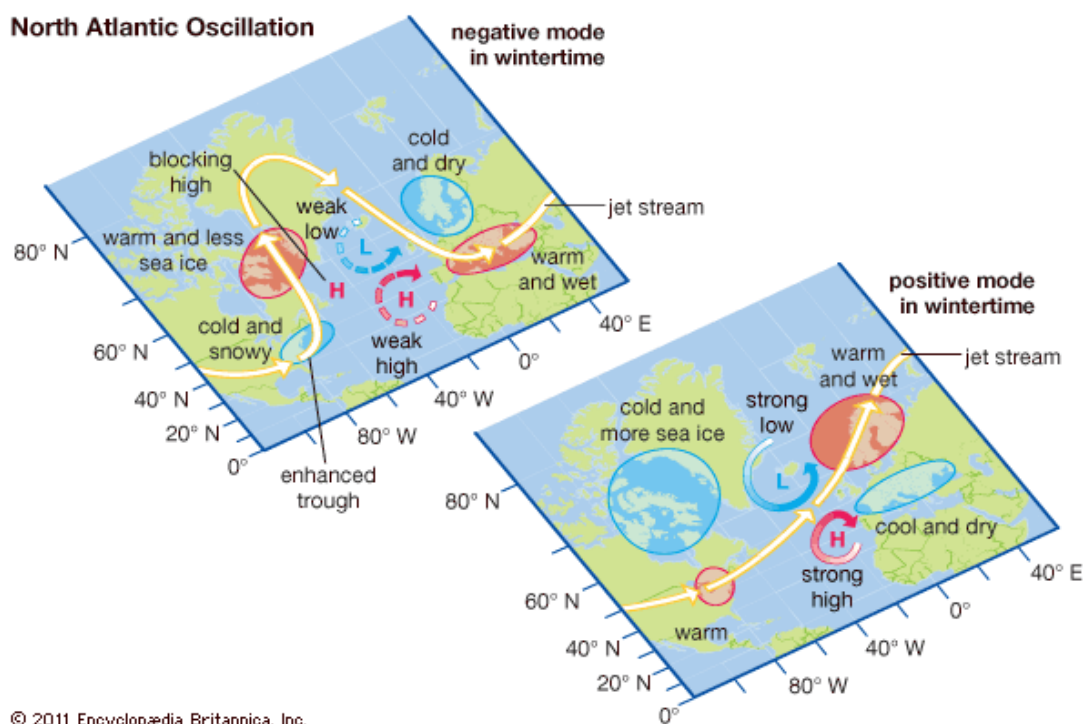
Všechny mechanismy, které podněcují změny v migračním chování, nebyly doposud podrobně prostudovány. Načasování migrace je u ptáků řízeno vnitřními rytmy. Denní neboli cirkadiální rytmus zajišťuje časovou orientaci během dne, roční neboli cirkanuální rytmus pak řídí načasování všech důležitých událostí (jako je hnízdění, pelichání, migrace aj.) během roku. Načasování migrace je každému jedinci vrozené a vnějšími podmínkami ovlivnitelné jen do určité míry (Cepák *et al.* 2008). Jedním z dalších důležitých faktorů ovlivňujících toto načasování je délka dne. Kombinace délky dne a vnitřního rytmu tak může určovat načasování jarní migrace i odlet na zimoviště (Cepák *et al.* 2008). Je tedy dost nepravděpodobné, že by krátkodobé změny klimatu na hnízdištích v severních oblastech ovlivnily změnu doby odletu ze zimovišť. Měnící se doba přiletu však musí být dána dalšími faktory. Dle Marry *et al.* (2005) načasování a rychlost migrace nereguluje teplota sama o sobě, ale také faktory s ní související. Tedy na severní polokouli v posledních dekadách stále časnější severně postupující nástup jara a s ním spojený počátek olistění vegetace (známý jako „Green Wave“; Schwartz 1998, 2006) a hojnost

potravy. Stejně tak další klimatické faktory, jako je vítr. Chladnější jara mohou naopak zpomalovat migraci snížením příležitostí při hledání potravy a následně nedostatečným vytvořením tukových zásob důležitých pro pokračování přesunu (Marra *et al.* 2005).

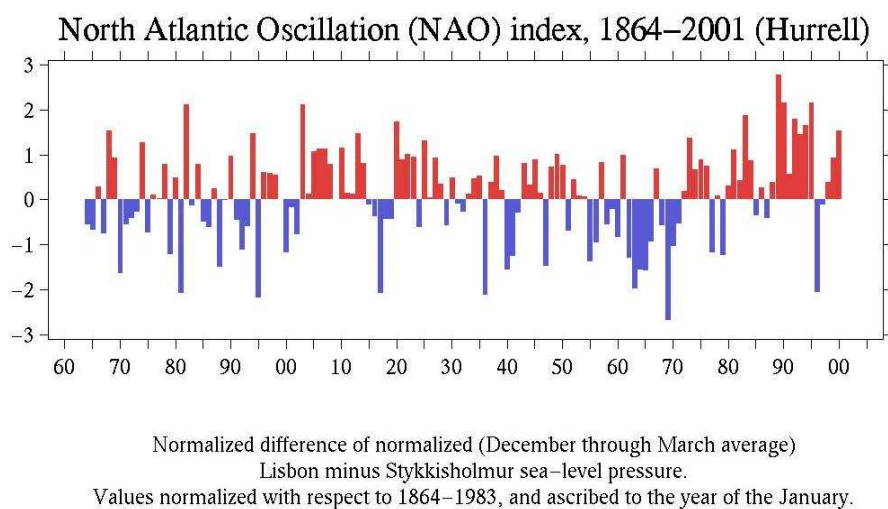
Správné načasování odletu ptáků na zimoviště je neméně důležité. Noční ochlazení spojené s jasnou oblohou a advekcí studeného vzduchu v polární vzduchové hmotě mnohým migrantům signalizuje, že se zásoby potravy brzy ztenčí. (Elkins 1988 *ex* Sparks *et al.* 2002). Současné klimatické změny však mohou způsobovat urychlení či zpoždění podzimní migrace (Jenni & Kéry 2003). Jarní teploty, které se v Evropě silně zvyšují (Easterling *et al.* 1997, Walther *et al.* 2002) a mění načasování reprodukce, můžou nepřímo ovlivňovat i podzimní migrace. Podzimní teploty, které se v Evropě zvyšují méně znatelně (Easterling *et al.* 1997), však mohou ovlivňovat podzimní migrace přímo i nepřímo (Jenni & Kéry 2003). Jenni & Kéry (2003) zaznamenali, že dálkoví migranti, zimující v Subsaharské Africe, svůj podzimní odlet z Evropy obecně urychlují. Důvodem může být snaha překonat oblast Sahelu dříve, než začne období sucha. Naopak podzimní migraci oddalují druhy, které migrují na kratší vzdálenosti. Tyto druhy přezimují ve Středomoří, popřípadě zůstávají na hnízdištích, kde díky globální změně klimatu vládnou mírnější podmínky. Ptáci tak mohou díky pozdější podzimní migraci zvýšit hnízdní úspěšnost prodloužením hnízdní sezóny (Jenni & Kéry 2003).

### ***Severoatlantická oscilace***

Zimní a jarní teploty v Evropě jsou pod vlivem rozsáhlého klimatického fenoménu, Severoatlantické oscilace, neboli North Atlantic Oscillation (NAO; obr. 2.1). Index Severoatlantické oscilace (NAO index) popisuje meteorologickou situaci především v Evropě v zimě a začátkem jara (viz obr. 2.2). NAO index je dán rozdílem atmosférického tlaku Azorské tlakové výše a Islandské tlakové níže v období mezi prosincem a březnem. Vzhledem k pohyblivé poloze středů azorské tlakové výše a islandské tlakové níže se za index NAO bere konvenčně rozdíl atmosférických tlaků Lisabon – Reykjavík. Pozitivní NAO index odpovídá silnějšímu západnímu proudění, které přináší vlhčí a teplejší vzduch z Atlantského oceánu nad severní Evropu a suché a chladné počasí do oblasti Středomoří. Zatímco negativní NAO index představuje slabší západní proudění přinášející chladnější a sušší vzduch nad střední a severní Evropu a deštivější a teplejší počasí nad jižní Evropu a sever Afriky (Hurrell & Van Loon 1995).



**Obr. 2.1** – Severoatlantická oscilace (Zdroj: <http://www.britannica.com>)



**Obr. 2.2** – NAO index (Zdroj: [http://jisao.washington.edu/data\\_sets/nao/](http://jisao.washington.edu/data_sets/nao/))

Jelikož Severoatlantická oscilace ve značném rozsahu ovlivňuje biotu (Ottersen *et al.* 2001), měl by NAO index vystihovat posun v datu jarní migrace lépe než teploty, které jsou relativně lokální a jsou vázány na migrační období (Hüppop & Hüppop 2003). Zvýšený počet zim s pozitivním NAO indexem v posledních čtyřech dekádách koresponduje se zvýšenou teplotou zemského povrchu na severní polokouli v tomto období (Hurrell & Van Loon 1995) a také s časnějším vývojem vegetace, a tím dřívejší dostupností potravy (Hüppop & Hüppop 2003). NAO může mít tedy vliv na teploty, ale také na

intenzitu srážek a vzdušné proudění během migračního období. Není však jasné jak velkou část vzduchových proudů Severoatlantická oscilace ovlivňuje (Hüppop & Hüppop 2003).

Trend časnějšího jarního přiletu je obecně fenoménem pro migrující ptáky západní a severní Evropy (Hüppop & Hüppop 2003). Both & Visser (2001) se domnívali, že migrační strategie je řízena především vnitřními rytmy, a není tedy ovlivňována změnou klimatu. Hüppop & Hüppop (2003) a Ahola *et al.* (2004) však tvrdí, že se jedná spíše o vnější vlivy, tedy že migranti silně reagují na lokální teploty v posledních fázích migrační cesty a na teploty na hnízdištích. Zdá se, že délka migrační cesty procházející regiony ovlivněnými NAO udává stupeň reakce na klimatické změny. Extrémně ovlivněnými NAO budou tedy migrační cesty vedoucí podél západního pobřeží. Naopak východní migrační cesty budou změnami aktuálních teplot ovlivněny jen zanedbatelně (Hüppop & Hüppop 2003). Přesto Hubálek & Čapek (2008) zjistili, že ptáci zimující v Evropě či severní Africe, kteří využívají hnízdiště na našem území, prokazatelně zkracují datum jarního přiletu v závislosti na pozitivní NAO index. U dálkových migrantů však žádný takový vztah nenalezli. Vztah délky migrační cesty a Severoatlantické oscilace potvrzují i další studie (např. Nott *et al.* 2002, Rainio *et al.* 2006). Kladný NAO index je spojen s mírnějšími (teplejšími a suššími) zimami v Evropě (Hurrell & Van Loon 1995), to vede ke zvýšenému množství bezobratlých na jaře, což může zvýhodňovat ptáky migrující na krátké vzdálenosti před migranty dálkovými (Nott *et al.* 2002). Pozorovaný vliv NAO na vodní ptáky zimující v jižní a západní Evropě je pravděpodobně způsobený dřívějším rozmrzáním hladin řek a jezer v centrální Evropě v reakci na pozitivní fázi NAO (Rainio *et al.* 2006).

### ***Posun hranic areálů***

S oteplováním klimatu dochází k posunu isotermy směrem k zemským pólům (v Evropě došlo během minulého století k posunu o 120 km). Očekává se tedy, že organismy budou tuto změnu následovat (Parmesan *et al.* 1999). To znamená, že se vzrůstajícími průměrnými teplotami se budou areály výskytu jednotlivých druhů posunovat na sever a do vyšších nadmořských výšek a budou tak sledovat svá klimatická optima (Huntley *et al.* 2006, 2008). Což však může vést k vymírání druhů, jejichž potencionálně klimaticky vhodné oblasti budou příliš malé a izolované od jejich současné geografické oblasti (Midgley *et al.* 2002, Thomas *et al.* 2004). Se současným oteplováním se chladné severní a výše položené okraje areálů výskytu rozšiřují (Parmesan *et al.* 1999; Pounds *et al.* 1999; Thomas & Lennon 1999; Warren *et al.* 2001, Parmesan & Yohe 2003), zatímco posun

teplých jižních a nižších okrajů byl zdokumentován jen řídce (Parmesan *et al.* 1999, Wilson *et al.* 2005). Pravděpodobně i proto, že polohy teplých okrajů jsou spíše určovány biotickými interakcemi než klimatem (Davis *et al.* 1998). Posuny areálů byly zaznamenány jak u hnízdících populací (Thomas & Lennon 1999, Brommer 2004), tak u zimujících (Rehfish *et al.* 2004).

V posunu severních okrajů areálů druhů mohou hrát roli i jiné faktory, např. změny ve využívání krajiny. Oproti globálnímu vlivu změn klimatu jsou však změny v krajině pouze lokálního charakteru. Jelikož se různé druhy vyskytují v různých oblastech, je dost nepravděpodobné, aby byl posun severních okrajů areálů ovlivňován stejnou měrou v různých oblastech za pomoci jiných faktorů než klimatických (Parmesan & Yohe 2003). Ve Velké Británii značná část brodivých ptáků pravidelně zimuje v jihovýchodní Británii, kde jsou díky vlivu Golského proudu klimatické podmínky příznivější. Avšak od 60. let, kdy současně dochází ke zvyšování průměrné zimní teploty, se zmírnila klimatická omezení a vzrůstající část populace těchto druhů začala zimovat na východním pobřeží, které je obecně chladnější. Estuária jsou zde bahnitější a nabízí tak ptákům produktivnější potravní nabídku a navíc se nachází blíže jejich hnízdištím na severu. Prostorový posun je nejnapadnější pro malé brodivé druhy, jako je jespák obecný (*Calidris alpina*), jespák písečný (*Calidris alba*) a kulík písečný (*Charadrius hiaticula*), kteří v chladném počasí trpí vyššími teplotními ztrátami než větší druhy (Rehfish *et al.* 2004). To podporuje hypotézu, že mění se klimatické podmínky jsou hlavním činitelem prostorového posunu. Oteplování však může mít vliv nejen na zimní distribuce ale také samotné přežití. Estuáry na britském východním pobřeží jsou mnohem produktivnější než ty na západě a mohou tak podporovat vyšší populační hustotu brodivých ptáků (Austin & Rehfish, 2005). Objevují se také důkazy posunu zimujících areálů kachen se zvyšujícím se využíváním běžně zamrzlých jezer ve východní a centrální Evropě (Maclean *et al.* 2006).

Globálně se zvyšující teplota tak může zvýhodňovat druhy s vysokou optimální teplotou a naopak znevýhodňovat druhy s nízkou optimální teplotou (Julliard *et al.* 2003). Druhy s vysokou teplotní tolerancí, tedy odolností vůči extrémním teplotám, si na nejteplejších místech areálů výskytu vedou lépe, než druhy s nízkou teplotní tolerancí (Jiguet *et al.* 2006, 2007).

### ***Dopady změn srážkových podmínek***

Změna rozložení srážek resp. nedostatek srážek může být jedním z určujících faktorů přežití mnoha druhů vodních ptáků. I když druhy obývající vysoké zeměpisné šířky bývají vystaveni drsným poměrům, taktéž migrující druhy, kteří tráví mimohnízdní období na jižní polokouli, mohou čelit nepříznivým klimatickým podmínkám. Tažní vodní ptáci, vyskytující se v severní Evropě a zimující v Africe jižně od Sahary, jsou pravděpodobně značně ovlivňováni stavem vegetace, který je závislý spíše na srážkách než na teplotě. Saino *et al.* (2004) zjistil, že populace mnoha migrujících druhů silně korelují s normalizovaným diferenčním vegetačním indexem (NDVI), který se ukázal být vhodnou veličinou pro monitorování roční variability vegetace.

Změny v rozložení srážek mění vodní režim a výšku hladiny vodních a mokřadních ekosystémů, což ovlivňuje i druhy s nimi související. Závislost většiny vodních druhů na mokřadech tak zvyšuje zranitelnost ptáků na dlouhá období sucha. Dle analýz celokontinentálního měřítka vykazují populace afro-palearktických migrantů mezi lety 1970 a 2000 setrvalý úbytek. Trendy dálkových migrantů byly prokazatelně negativnější, než tomu bylo u migrujících ptáků na kratší vzdálenosti či rezidentních druhů. Zdá se, že negativní trendy jsou do značné míry dány poklesem druhů zimujících v Africe na suchých otevřených stanovištích, přestože analýzy dvou blízkých druhů, jednoho migrujícího na dlouhé, druhého na krátké vzdálenosti, odhalily větší pokles dálkových migrantů bez ohledu na hnízdní areál (Sanderson *et al.* 2006).

Dopad klimatických změn na biosféru tedy může být dramatický a v globálním měřítku vést k ochuzení celkového druhového bohatství, může však také vést ke zvýhodnění některých skupin ptáků. Mohou jimi být:

- běžné, vysoce adaptabilní druhy schopné využívat různé druhy prostředí a zdroje potravy a schopné zvládnout rychlé změny životního prostředí, např. raci či divoké kachny
- introdukované druhy a potencionálně mnoho exotických druhů, pro něž by mohly mírnější zimy umožnit vyšší míru přežití a populační expanze,
- stálé druhy, které jsou náchylné k extrémně nízkým teplotám, např. ledňáčci
- částeční migranti, kteří nebudou muset přeletem riskovat a budou se v zimě zdržovat blíže hnízdišť (Sparks *et al.* 2002).

Hrozí však nenahraditelná a nevratná ztráta těch druhů, jejichž klimatické nároky nebudou odpovídat změněným podmínkám (Reif *et al.* 2008c).

Každý druh existuje v propletené síti vztahů mezi kořistí, predátory, parasites, konkurenty a jinými zdroji. Ty všechny mohou na klimatické změny reagovat odlišně, což vede k nepředvídatelným dopadům. V budoucnu proto bude důležité dlouhodobé pozorování těchto potenciálních nepředvídatelných dopadů klimatických změn (Sparks *et al.* 2002).

### 2.3.3 Vliv disturbancí

Zatímco výše zmíněné změny v mokřadních ekosystémech, jako je jejich degradace, vysoušení a přetváření na zemědělskou půdu či urbanizované oblasti, jsou nevratné, disturbance, způsobené rekreačními aktivitami, které jsou příčinou funkční ztráty habitatu, mají vratný charakter a mohou být regulovány. Vyplašení může působit na zaběhnutý režim ptáků různými způsoby. Ptáci jsou nuceni přerušit běžnou aktivitu, či se přemístit z optimálního působiště, což má za následek větší energetické náklady (extra let, ztráta času pro hledání potravy). Přemístěním do méně výhodné lokality ptáci sníží svou schopnost se uživit. Kvůli vyplašení mohou být také ptáci vystaveni zvýšenému riziku predace. Asi neklíčovějším zdrojem disturbance je lov vodních ptáků a dopad lovecké sezóny na ptačí populace (např. Madsen 1995).

Lov a odchyt pernaté zvěře je běžný a v Evropě obecně rozšířený. Mimo bažanty a perličky je významnou lovnou skupinou právě vodní pernatá zvěř. Lov ovlivňuje populace vodních ptáků přímo skrze střílení (Barker *et al.* 1991) a nepřímo vyplašením při střelbě (např. Fox & Madsen 1997). Ptáci mohou být vyplašeni výstřelem do značné vzdálenosti od břehu. Pro některé druhy je uváděna vzdálenost až 500 m (Madsen 1995). Například dánská populace hus krátkozobých (*Anser brachyrhynchus*), v letech, kdy neprobíhal lov, využívala pro odpočinek jezero poblíž pastvin. Naopak v letech, kdy byl lov na jezeře povolen, odlétaly až na pětadvacet kilometrů vzdálená odpočívadla (Madsen 1986 *ex* Fox & Madsen 1997). V tomto případě se však jednalo o region, kde je limitovaná potravní nabídka. Vzdálenost, kterou ptáci uletí při vyplašení, však může být také ovlivněna typem využívání vodní ploch. Mori *et al.* (2001) zjistili, že odletové vzdálenosti byly u vodních ptáků delší na lokalitách, které ptáci využívali pro shánění potravy než na plochách, které využívali spíše pro odpočinek.

Zatímco lovná sezóna ohrožuje vodní ptáky především na podzim a v zimě, jiné faktory mohou být zdroji disturbancí po celý rok. Mezi ně patří jak rozličné vodní rekreační sporty, jako je např. plachtění, windsurfing, vodní lyžování apod., tak aktivity

podél pobřeží, jako rybaření, turistika, dopravní ruch či pozorování ptáků (např. Tuite *et al.* 1984). Různé druhy reagují na tyto disturbance odlišným způsobem. Podle Kleina *et al.* (1995) jsou stále druhy méně náchylné k vyplašení než migranti, kteří jsou citliví k narušení především v období po přeletu na zimoviště. V tuto dobu se zdržují v dostatečné vzdálenosti od zdroje rušení, dokonce i při nízké přítomnosti lidí.



## 3. MATERIÁLY A METODY

### 3.1. Data

#### 3.1.1 Data o modelové skupině

Česká republika, jako vnitrozemský stát v centrální Evropě, není jádrovým územím výskytu pro populace většiny druhů vodních ptáků, které jsou v době migrace vázáni spíše na přímořské lokality. Přesto i zde najdeme druhy, jejichž početnost v době hnízdění (např. kachna divoká, kopřivka obecná, polák velký) či zimování (kormorán velký, kachna divoká, husa polní, husa běločelá) přesahuje 1 % tahové populace, což je jedna z podmínek k identifikaci mezinárodně významných lokalit (Hails, ed. 1997). Rozšíření jednotlivých druhů je na našem území značně variabilní. Závisí na různé potravní nabídce i meteorologických podmínkách. Během hnízdění a migrace je nejvíce ptáků soustředěno na stojatých vodách. Při zimování pak díky zámru spíše na tekoucích vodách (Musil *et al.* 2001). Hlavními zdroji dat pro zhodnocení dlouhodobých změn početnosti vodních ptáků v České republice jsou:

*Literární údaje o změnách početnosti do 70. let 20. stol.*

Až do druhé poloviny 20. století je hodnocení změn početnosti vodních ptáků možné pouze díky publikovaným informacím, zejm. faunistického pozorování ptactva. Výzkum avifauny byl téměř po celou dobu založen pouze na informacích o úlovcích či vzácných druzích. Poznatky o běžných druzích nebyly podstatné, což mohlo vést k nesprávným hodnocením charakteru a početnosti výskytu (Musil *et al.* 2001, Musil 2006).

*Mezinárodní sčítání vodních ptáků v lednovém termínu*

International Waterbirds Census, probíhající v celé Evropě, je na území České republiky monitorovacím programem s nejdelší tradicí. Je založen na standardní metodice sčítání. Údaje dokumentují změny početnosti a rozšíření zimujících vodních ptáků na území České republiky (Musil *et al.* 2001).

*Mimohnízdní sčítání vodních ptáků v dubnovém a říjnovém termínu*

Jediný probíhající program v České republice, který je zaměřen na monitoring početnosti ptáků během jarního či podzimního tahu. Dle dosavadních analýz (Musil *et al.* 2001) je

patrné, že jsou tyto výsledky vhodné i pro monitoring stavu hnízdních populací na základě údajů o početnosti v předhnízdním, resp. pohnízdním období. Nejedná se o mezinárodně koordinovaný program (Musil *et al.* 2001, Musil 2006).

#### *Sčítání hnízdních populací vodních ptáků v České republice*

Národní monitorovací program, který je založen na sčítání vodních ptáků v hnízdní sezóně. Slouží k dokumentaci početnosti adultních jedinců a jejich reprodukční úspěšnosti (Musil *et al.* 2001).

#### *Atlasy hnízdního rozšíření ptáků v České republice*

Jedná se o mapování hnízdního rozšíření ptáků v kvadrátové síti na území celé České republiky. V minulosti proběhly již tři mapovací akce (1973-77, 1985-89 a 2001-2003), což umožňuje zhodnocení vývoje početnosti a rozšíření jednotlivých druhů (Šťastný *et al.* 2006).

#### *Kroužkovací údaje* (údaje o počtech okroužkovaných ptáků a zpětných hlášení)

Údaje o počtech okroužkovaných ptáků a jejich zpětných hlášení jsou významné nejen pro analýzy migrace, přeletů a přežívání jednotlivých druhů, ale také pro zhodnocení vývoje početnosti a změn jednotlivých druhů a jejich distribuce. Kroužkování je metodou používanou v Evropě již více jak 100 let a na území České republiky je řízeno Kroužkovací stanicí Praha (Cepák *et al.* 2008)

#### *Myslivecké statistiky*

Jde pouze o počty odstřelených druhů na území České republiky. Statistiky též zahrnují počty uměle odchovaných a vypuštěných kachen divokých. Vhodnost dat pro možné analýzy změn početnosti populací vodních ptáků je tak značně omezená (Musil *et al.* 2001, Musil 2006).

#### *Další zdroje dat*

Jedná se převážně o regionální údaje bez koordinace v rámci monitorovacích projektů. V mnoha případech však poskytují detailní údaje o místních populacích vodních ptáků. Příkladem mohou být Náměšťské rybníky na Českomoravské vrchovině, kde je avifauna pozorována již od 80. let 19. století (např. Fiala 1998, 2008).

Pro zhodnocení dlouhodobých změn početnosti vodních ptáků a možné analýzy vlivů prostředí na avifaunu na území České republiky je k dispozici větší množství monitorovacích programů jak na národní, tak i regionální úrovni. Pro účely této práce však z důvodu dostupnosti dat a dlouhé časové řady údajů o sčítání je nejvhodnější databáze Mezinárodního sčítání vodních ptáků probíhajícího v lednovém termínu.

### ***Mezinárodní sčítání vodních ptáků***

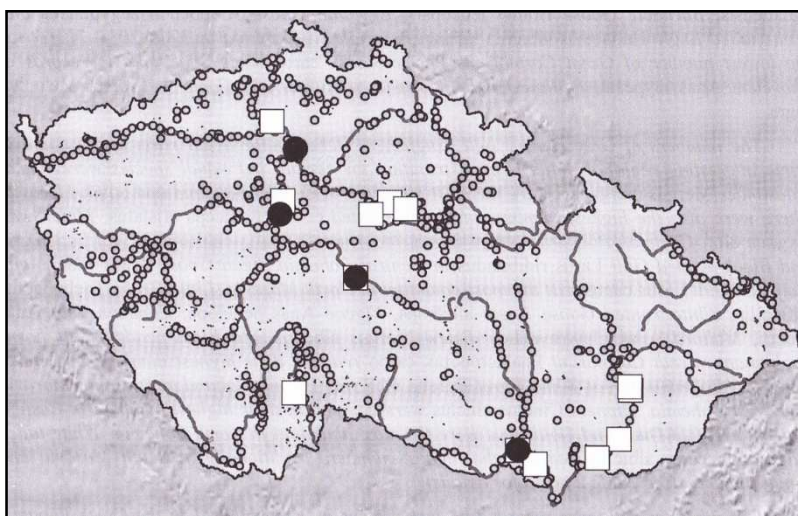
Mezinárodní sčítání vodních ptáků (International Waterbirds Census) je globální monitorovací program, který probíhá v České republice již od roku 1965 pod záštitou Wetlands International (dříve International Wetland Waterfowl Research Bureau) se sídlem v Nizozemí. Hlavním cílem tohoto programu je monitoring početnosti vodních ptáků a získávání údajů využitelných pro odhad velikosti populací, identifikací druhů a populací s výraznými změnami početnosti. Tato data slouží k vytipování mezinárodně významných lokalit vodního ptactva a navržení opatření směřujících ke zlepšení ochrany. Dalším cílem je také šíření obecného povědomí o významu vodních ptáků a jimi obývaných biotopů na lokální, národní i mezinárodní úrovni. V současné době probíhá Mezinárodní sčítání vodních ptáků ve více než 100 státech 5 kontinentů. V České republice, stejně jako v ostatních evropských státech, probíhá toto sčítání v polovině ledna. V této části roku se vodní ptáci shlukují ve velkých počtech s minimálními přelety, lze je tedy sčítat s větší přesností než např. v době hnízdění. Sčítání probíhá na tekoucích i stojatých vodách, včetně průmyslových nádrží, přičemž každá lokalita má svůj vlastní kód. Kromě toho je u nás organizováno sčítání vodních ptáků v říjnovém a dubnovém termínu, což přináší cenné údaje nejen pro monitoring početnosti protahujících ptáků v období jarního a podzimního tahu, ale i pro monitoring stavu hnízdních populací na základě údajů o početnosti v předhnízdním, resp. pohnízdním období. Sčítají se všechny druhy těchto řádů: potáplice, potápky, veslonoží, brodiví, vrubozobí, krátkokřídlí, bahňáci (+ dlouhokřídlí) a také další vybrané druhy se zřetelnou vazbou na vodní prostředí – orel mořský, ledňáček říční, konipas bílý, konipas horský a skorec vodní (Musilová *et al.* 2011).

V lednu 2011 se do Mezinárodního sčítání vodních ptáků v České Republice zapojilo více než 300 dobrovolných sčítatelů z řad profesionálních i amatérských ornitologů, kteří sčítali celkem 620 lokalit (viz tab. 3.1).

| oblast<br>region                | celkový počet lokalit<br>number of sites | nové lokality<br>new sites | lokality bez ptáků<br>sites without waterbirds |
|---------------------------------|--|----------------------------|--|
| západní Čechy (West Bohemia)    | 97                                       | 2                          | 13   |
| severní Čechy (North Bohemia)   | 80                                       | 8                          | 19   |
| střední Čechy (Central Bohemia) | 107                                      | 3                          | 19   |
| jižní Čechy (South Bohemia)     | 79                                       | 2                          | 12   |
| východní Čechy (East Bohemia)   | 101                                      | 1                          | 17   |
| jižní Morava (South Moravia)    | 86                                       | 3                          | 8  |
| severní Morava (North Moravia)  | 70                                       | 0                          | 11   |
| <b>celkem total</b>             | <b>620</b>                               | <b>19</b>                  | <b>99</b>                                      |

**Tab. 3.1** Souhrnné údaje o rozsahu sčítání v lednu 2011 v jednotlivých oblastech ČR  
Musilová et al. (2011)

Dle publikovaných zpráv (Musil et al. 2011, Musilová et al. 2011) byla v lednu 2011, stejně jako v předešlých letech, nejpočetnějším druhem kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), řádově přesahující početnost ostatních nejhojnějších druhů, dále následovaly neurčené hury (*Anser spp.*), kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*), lyska černá (*Fulica atra*) a racek chechtavý (*Larus ridibundus*).



**Obr. 3.1** – Distribuce lokalit s nejvyšším počtem zjištěných druhů a jedinců vodních ptáků na území České republiky v lednu 2010. Velké černé kroužky představují lokality s 15 a více druhy, čtverce lokality s více než 2000 jedinci vodních ptáků. Malé kroužky pak představují ostatní sledované lokality v lednu 2011.

Musilová et al. (2011)

Nejhojnějším druhem, tedy zjištěným na nejvíce sledovaných lokalitách, byla kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), dále volavka popelavá (*Ardea cinerea*), kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*), morčák velký (*Ardea cinerea*) a labuť velká (*Cygnus olor*). Rekordních počtů za celou historii IWC v ČR dosáhly v lednu 2011 berneška velká

(*Branta canadensis*), berneška bělolící (*Branta leucopsis*), husice nilská (*Alopochen aegyptiacus*) a orel mořský (*Haliaeetus albicilla*).

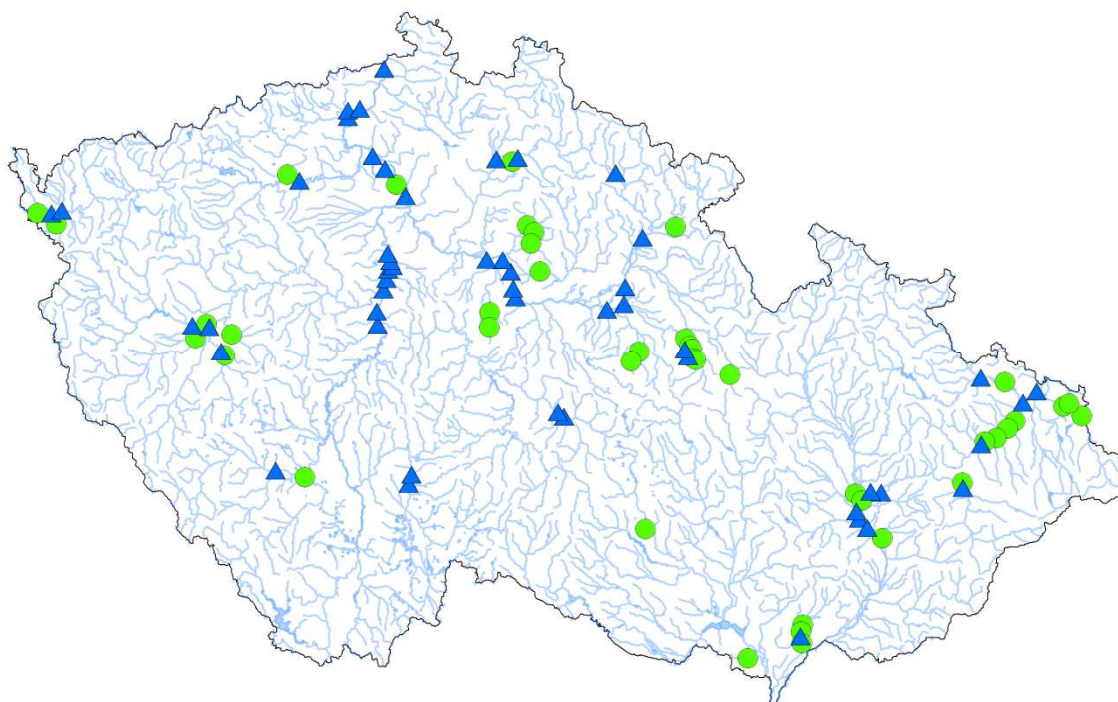
Mezi lokality s nejvyšším počtem zjištěných jedinců v lednu 2010 patřily vodní dílo Nové Mlýny, některé úseky řek Moravy, Dyje, Labe, Vltavy a Cidliny, dále pak štěrkopískovny Ostrožská Nová Ves a Hulín, přehrada na Želivce, Žehuňský rybník, rybníky a toky v CHKO Třeboňsko a Záhlinické rybníky. Mezi lokality s nejvyšším počtem druhů se řadily vodní dílo Nové Mlýny, přehrada na Želivce, Vltava mezi Zbraslaví a Chuchlí a Labe mezi Mělníkem a Dolními Beřkoviciemi (viz obr. 3.1).

### ***Výběr dat***

Pro analýzu hlavních fyzicko-geografických faktorů prostředí ovlivňujících diverzitu a početnost vodních ptáků byla použita poskytnutá data z národní databáze Mezinárodního sčítání vodních ptáků (International Waterbirds Census) v lednovém termínu. Pro výběr vhodných časových úseků bylo zásadní zajištění časové shody s dostupnými daty o krajinném pokryvu, jako jedné z nejdůležitějších environmentálních proměnných. Použitá data CORINE Land Cover jsou k dispozici období 1970, 1990, 2000 a 2006. Aby bylo možné hodnotit potenciální změny využití a struktury krajiny za jistý časový interval, byla použita období 1970, 1990 a 2006. Bylo tedy potřeba zvolit taková sčítací období, které by co nejvíce odpovídala uvedeným časovým horizontům pořízení dat krajinného pokryvu. Jelikož však v minulosti neprobíhalo na všech lokalitách sčítání každý rok, byly pro každou lokalitu vybrány vždy právě dva roky, kdy sčítání proběhlo, v rozmezí max.  $\pm 3$  roky okolo daného roku snímkování CORINE. Tak bylo použito 93 sčítacích lokalit, z nichž se 51 nachází na tekoucích a 42 na stojatých vodách (viz obr. 3.2). U každé lokality je znám celkový počet jedinců a počet konkrétních druhů v obou letech sčítání v každém ze tří období. Příslušná data byla poskytnuta v rámci řešení projektu VaV MŽP ČR SP/2d3/109/07 nositelem projektu Doc. RNDr. Petrem Musilem, PhD.

### ***Standardizace nálezových dat z databáze IWC***

Pro každou lokalitu byl vždy požit počet druhů, celkový počet jedinců ve dvou letech sčítání v každém ze tří období. Dále byly vybrány druhy dosahující významnějších hodnot početnosti ve sledovaných zimních sezónách (1975, 1990 a 2006  $\pm 3$  roky) – blíže viz příloha č. 7.



**Obr. 3.2** – Přehled hodnocených lokalit (modré trojúhelníky – úseky vodních toků, zelená kolečka – vodní plochy)

### 3.1.1 Data o fyzicko-geografickém prostředí

#### *Charakteristika sčítacích lokalit*

Tekoucí vody jsou dle IWC (Mezinárodního sčítání vodních ptáků) rozděleny na přesně vymezené úseky ohraničené např. mosty, jezy ap., stojaté vody pak výčtem vodních ploch, na kterých sčítání probíhalo. Každá lokalita nese svůj specifický kód. V této práci bylo hodnoceno 51 lokalit na tekoucích vodách a 42 lokalit na vodách stojatých, nacházejících se na území celé České republiky (viz přílohy č. 1 a 2).

#### *Tekoucí vody*

Tekoucí vody jsou zde zastoupeny úseky těchto řek: Labe s největším počtem lokalit (17), Vltava (8), Ohře (3), Morava (3), Bečva (3), Odry (3), Jizera (2), Loučná (2), Sázava (2), Lužnice (2), Otava, Berounka, Úslava, Mže, Opava a Kyjovka pak zastoupena jednou lokalitou. Sčítané úseky jsou dlouhé průměrně 7,9 km, existuje zde však značná variabilita, nejdelší úsek měřící 17,5 km se nachází na řece Labi mezi Horními Počápley a Roudnicí

nad Labem (lokalita 24001), naopak nejkratším sčítaným úsekem je lokalita na řece Bečvě mezi mosty v Přerově měřící 2,1 km (74044).

Mezi částečně či nikdy nezamrzající lokality patří úsek řeky Vltavy pod vltavskou kaskádou, dále také úseky řeky Labe především v urbanizovaných částech širokých niv, jako jsou hodnocené lokality v Pardubicích, Horních Počáplech či Litoměřicích. V širokých říčních nivách je situována většina hodnocených lokalit a to především úseky Moravy, Bečvy, Odry, Ohře či již zmíněného středního toku Labe. Naopak sledované úseky řeky Labe od Církvice přes Ústí nad Labem po Přerov (24007, 24008, 2009) mezi Děčínem a Hřenskem na státní hranici (24011) nebo úseky na řece Vltavě mezi Štěchovicemi a Zbraslaví (34016, 34017) a mezi Podbabou a Roztoky (34023) mají charakter zaříznutých údolí.

#### *Stojaté vody*

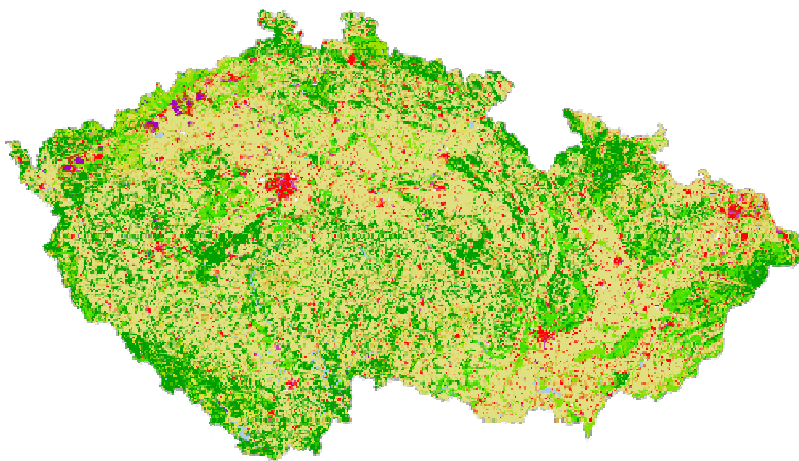
42 hodnocených lokalit zahrnuje pět hlubokých vodních nádrží (11001, 11002, 11004, 11005, 51001), dvě odkalovací nádrže (73020, 73021), struskoviště (23002), štěrkopískovnu s hloubkou 25 m (73005), jeden velký rybník s rozlohou 258 ha (31001) a čtyři samostatné rybníky (32051, 52038, 52045, 62054), ostatních 28 lokalit se nachází na rybníčních soustavách (viz Přílohy).

Naprostá většina sledovaných lokalit je situována v urbanizované, zemědělské či lesozemědělské krajině. V lesní krajině se nachází pouze úsek řeky Labe u Hřenska (24011), Dymokurské rybníky (32060) a také Rožďálovické rybníky (32058, 32059), které byly vyhlášeny ptačí oblastí pod soustavou NATURA 2000. Mezi dalšími lokalitami, jež patří mezi ptačí oblasti, jsou Lednické rybníky (62052) a rybník Řežabinec (42020).

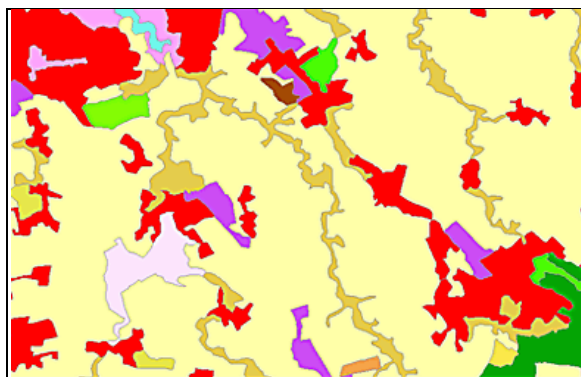
#### ***Krajinný pokryv***

Pro zjištění krajinného pokryvu v okolí sčítacích lokalit byla využita databáze projektu CORINE Land Cover České republiky, které jsou volně dostupné na mapovém serveru České informační agentury pro životní prostředí (CENIA). CORINE (COOrdination of INformation on the Environment) je celoevropský program shromažďující informace o životním prostředí na evropském kontinentu. Mimo jiné aktivy, vytváří jednotnou tematickou mapu krajinného pokryvu vybraných států Evropy v měřítku 1:100000. Třídy krajinného pokryvu jsou stanoveny tak, aby byly shodné pro většinu států a přitom

umožňovaly zmapovat i regionální specifika. Databáze je tedy zpracována na třech podrobnostních úrovních. Na první úrovni je 5 kategorií označených jednociferným kódem, na druhé úrovni 15 kategorií s dvojciferným kódem, z nichž se na území České republiky vyskytuje 12, a na třetí úrovni je určeno 44 kategorií označených tříciferným kódem (v České republice 28 kategorií) (obr. 3.3a,b).



**Obr. 3.3a** – CORINE Land Cover Česká republika  
(Zdroj: <http://sia.eionet.europa.eu/CLC2000/countries/cz/full>)



**Obr. 3.3b** – CLC: Úroveň 3 (základní měřítko 1:100 000) - obsahuje 44 tříd krajinného pokryvu  
(Zdroj: <http://www.cenia.cz/>)

Jelikož projekt CORINE byl zahájen až v roce 1985, předešlá databáze CORINE Land Cover 1970 byla vytvořena zpětnou analýzou sestávající z porovnání výchozích polygonů CORINE 1990 se snímky Landsat MSS (Multispectral scanner) z druhé poloviny 70. let, a jejich následnou modifikací (Feranec *et al.* 2000). Kvůli použití méně podrobného snímače, Landsat MSS se čtyřmi pásmy, bylo možné pracovat s kategoriemi land cover pouze na druhé podrobnostní úrovni. Proto bylo nutné v rámci jednotného



zpracování analyzovat stav a strukturu krajinného pokryvu na 2. úrovni. V České republice bylo na této podrobnostní úrovni zaznamenáno 12 kategorií (viz tab. 3.2).

|      |   |      |                                 |
|------|---|------|---------------------------------|
| 1.1. | Městská zástavba                        | 2.3. | Travní porosty                  |
| 1.2. | Průmyslové, obchodní a dopravní oblasti | 2.4. | Smíšené zemědělské oblasti      |
| 1.3. | Doly, skládky a staveniště              | 3.1. | Lesy                            |
| 1.4. | Oblasti zeleně a rekreační oblasti      | 3.2. | Travnaté nebo křovinaté porosty |
| 2.1. | Orná půda                               | 4.1. | Mokřady ve vnitrozemí           |
| 2.2. | Trvalé plodiny                          | 5.1. | Sladké vody                     |

*Tab. 3.2 – Kategorie CORINE Land Cover 2. úrovně*

### ***Struktura krajinného pokryvu***

Pro zhodnocení struktury krajiny v dané oblasti, především pak parametrů počtu plošek, počtu typů plošek a diverzity krajiny je možné využít nástroj V-Late (LARG 2005), rozšiřující ArcGIS. K stanovení celkové diverzity prostředí byl využit Shannonův index diverzity (SHDI). SHDI z hlediska struktury krajiny popisuje zastoupení a rozložení jednotlivých tříd krajinného pokryvu. Je vyjádřen jako suma všech násobků poměrného zastoupení tříd v krajině a četností jednotlivých tříd.

### ***Reliéf***

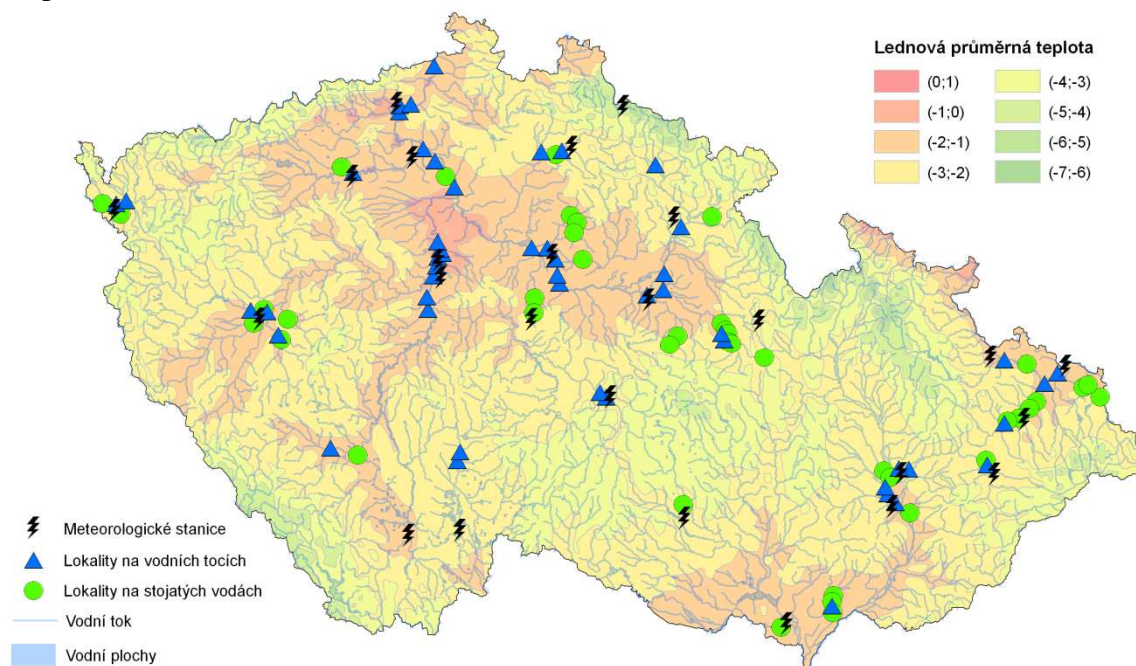
Výběr lokality vodními ptáky velmi pravděpodobně ovlivňuje i charakter reliéfu širšího okolí. Mírnější a přehlednější terén mohou mnohé druhy vodních ptáků preferovat před nepřehledným příliš členitým terénem. Pro účely byly stanoveny hodnoty průměrné nadmořské výšky (MEAN) a vertikální heterogenity reliéfu vyjádřené směrodatnou odchylkou (STD) ve vymezené zóně sčítacích lokalit. Jako podklad k výpočtu byl využit digitální model terénu České republiky z databáze ArcČR 500, v rastrové podobě, který je volně dostupný studentům PřF UK v rámci univerzitní licence produktů firmy ESRI.

### ***Meteorologické charakteristiky***

Různé zimní sezóny sčítání zimujících vodních ptáků se mimo jiné liší klimatickými podmínkami, které mohou výrazně ovlivňovat distribuci a početnost jednotlivých druhů. Pro charakteristiku klimatických poměrů byly zvoleny následující ukazatele:

- 1) Průměrné a minimální denní teploty v prosinci a lednu
- 2) Denní celková výška sněhu

Aby daná meteorologická data co nejlépe vyjadřovala lokální podmínky na jednotlivých stanovištích, byly vybrány takové stanice, které nejlépe charakterizují danou oblast z hlediska morfologie terénu, teplotní oblasti a vzdálenosti od sčítací lokality. Z tohoto důvodu bylo ve sporných případech zažádáno o data z většího počtu okolních stanic, aby bylo možné vzájemné rozdíly porovnat a příp. nejreálnější hodnoty interpolovat.



**Obr. 3.4** – Vybrané meteorologické stanice a sčítací lokality

Ve výsledném výběru tak byla použita data z 25 meteorologických stanic (viz obr. 3.4), přičemž pro 6 z nich existují volně dostupná data z národní klimatické databáze agentury NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). O data ze zbývajících 19 stanic byl požádán Český hydrometeorologický ústav (viz tab 3.3). Získání dat bylo podpořeno v rámci řešení projektu VaV MŽP ČR SP/2d3/109/07.

| STANICE_T       | Název stanice           | Lokalita | STANICE_T       | Název stanice       | Lokalita | STANICE_T       | Název stanice       | Lokalita |
|-----------------|-------------------------|----------|-----------------|---------------------|----------|-----------------|---------------------|----------|
| B1KROM01        | Kroměříž                | 3        | H3PODE01        | Poděbrady           | 9        | <b>P1PLIB01</b> | <b>Praha, Libuš</b> | <b>4</b> |
| B2LEDN01        | Lednice                 | 5        | <b>L1PLZM01</b> | <b>Plzeň, město</b> | <b>7</b> | P2TURN01        | Turnov              | 3        |
| B2SEDC01        | Sedlec                  | 1        | <b>L3CHEB01</b> | <b>Cheb</b>         | <b>4</b> | P3HAVL01        | Havlíčkův Brod      | 2        |
| <b>C2BUD01</b>  | <b>České Budějovice</b> | <b>2</b> | O1BOHU01        | Bohumín             | 5        | P3STAN01        | Vavřinec            | 2        |
| C2TREB01        | Třeboň                  | 2        | <b>O1MOSN01</b> | <b>Mošnov</b>       | <b>5</b> | U1DOKS01        | Doksany             | 4        |
| H1VELI01        | Velichovky              | 2        | O1OPAV01        | Opava               | 2        | U1LOUN01        | Louny               | 2        |
| H1VRCH01        | Vrchlabí                | 1        | O3PRER01        | Přerov              | 5        | U1ULMA01        | Ústí nad Labem      | 4        |
| <b>H2USTI01</b> | <b>Ústí nad Orlicí</b>  | <b>9</b> | O3VALM01        | Valašské Meziříčí   | 2        |                 |                     |          |
| H3PARD01        | Pardubice               | 4        | P1PKAR01        | Praha, Karlov       | 4        |                 |                     |          |

**Tab. 3.3** – Seznam vybraných 25 meteorologických stanic s kódovým označením, názvem stanice a počtem sčítacích lokalit spadajících pod danou stanici (tučně s kurzívou – stanice s volně dostupnými daty z databáze NOAA)

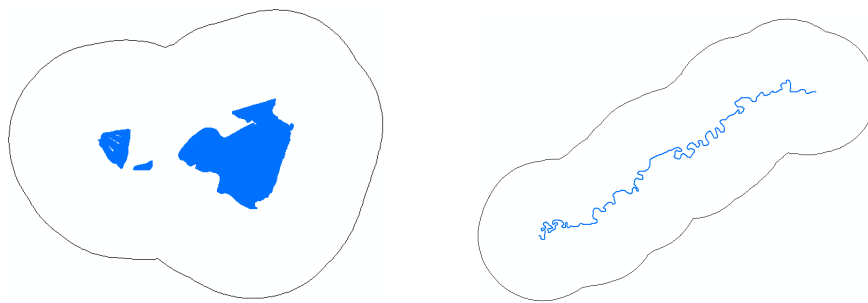
## 3.2. Zpracování vstupních dat

Zpracování vstupních dat bylo prováděno za pomoci softwaru ArcGis 9.3. Pro manipulaci s vodními systémy byly použity volně dostupné podkladové vrstvy z referenční geografické databáze DIBAVOD (DIgitální BÁze VOdohospodářských Dat) s kódovým označením A03 a A05. Z praktických důvodů probíhala práce s vodními plochami a vodními toky odděleně.

### 3.2.1 Zpracování geografických dat o charakteru prostředí

#### *Krajinný pokryv*

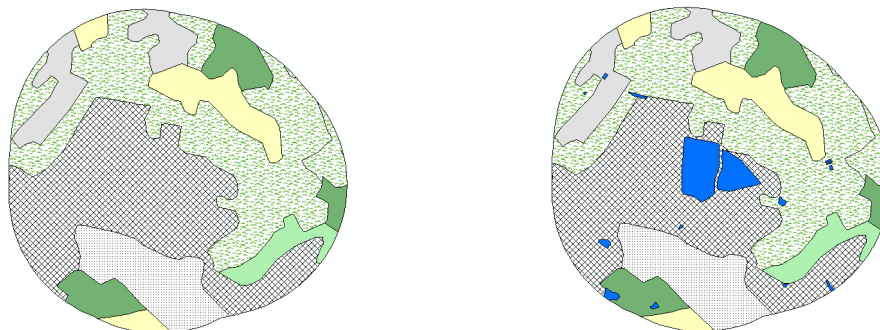
Stěžejní bylo rozhodnutí, jak velké okolí může hrát roli ve výběru lokality vodními ptáky. V prvotním výběru může být významný již celkový ráz krajiny ze směru přiletu při tahu (Cepák *et al.* 2008), pravděpodobné však je, že kromě stavu samotné vodní plochy bude určující i celkový charakter širšího okolí. Vzdálenější okolí vodních systémů nebude mít pravděpodobně zvláštní význam pro potápivé kachny, chrástaly, či volavky, pro které je důležitá pouze příbřežní vegetace. Pro býložravé druhy, jako jsou husy, některé druhy plovavých kachen či labutě, může být významná dostupnost pastvin na polích a lukách v okolí (Šťastný *et al.* 2006). Na základě těchto úvah byla vybrána oblast do vzdálenosti 1 km od břehů lokality. Takto definované zóny byly vymezeny pomocí nástroje Buffer (obr. 3.5 a, b). Pro následnou práci bylo nutné stanovit rozlohu jednotlivých zón.



**Obr. 3.5** – Použití nástroje *Buffer* na vodní plochy (vlevo) a úseky vodních toků (vpravo)

### ***Práce s vrstvami CORINE***

Pro vizualizaci krajinné struktury v daných oblastech bylo zásadní protnutí vzniklých vrstev s vrstvami CORINE. Jelikož nejmenší mapovaná jednotka má plochu 25 ha, bylo zapotřebí vytvořit vlastní vrstvu vod pro každé ze tří období, které se v databázi CORINE nevyskytují, ačkoliv by mohly mít význam pro uvažování vlivů na diverzitu a početnost vodních ptáků. Pro získání podrobnějších vrstev krajinného pokryvu s potřebnými údaji o vodách tak došlo k propojení vrstev doplňkových vod s původními vrstvami CORINE. K tomuto účelu posloužily nástroje *Erase* a *Merge* (viz obr. 3.6).



**Obr. 3.6** – Protnutí vrstev *CORINE LC* s vrstvou „bufferů“ (př. CLC 1990, lokalita 73021: Odkalovací nádrže dolu ČSA- Karviná). (V původní vrstvě CLC 1990 (vlevo) v případě této lokality zcela chybí vodní plochy, vpravo je pak upravená vrstva *CORINE LC* 1990.)

Nově vzniklé vrstvy s charakterem krajinného pokryvu v okolí sčítacích lokalit pro každé ze tří období představují výchozí podklad pro hodnocení vlivu struktury krajiny na diverzitu a početnost vodních ptáků v daných lokalitách. Dále byla spočtena rozloha jednotlivých plošek v oblasti a procentuální zastoupení typů plošek (tříd) v lokalitách. Ke každé lokalitě tak byly přiřazeny hodnoty krajinného zastoupení jednotlivých tříd pro všechna období a spočteny rozdíly procentuálního zastoupení krajinných typů mezi

obdobími 1970 a 1990, 1990 a 2006 a naposledy změnu za celé sledované období, tedy mezi roky 1970 a 2006 (viz přílohy č. 3 a 4).

### ***Stanovení diverzity krajinného pokryvu v zónách okolí lokalit***

Po zjištění zastoupení krajinných typů v zónách jednotlivých lokalit pro každé zmiňované období, bylo cílem určit další významný faktor, tedy diverzitu krajiny. Na to byl využit nástroj V-Late, rozšiřující nástroj ArcGis pro hodnocení krajiny. Nástroj V-Late nabízí mnoho funkcí, mezi nimiž byly pro účely této práce určující analýzy prostoru (*Area Analysis*) a diverzity krajiny (*Diversity Analysis*). Pomocí nich byly zjištěny počty plošek (*Number of Patches*), počty tříd (*Richness*) a diverzita prostředí za využití Shannonova indexu diverzity (viz tab. 3.4, přílohy č. 5 a 6).

| SITE  | CHARACTER   | NP_70 | NP_90 | NP_06 | NC_70 | NC_90 | NC_06 | SHDI_70 | SHDI_90 | SHDI_06 |
|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|
| 11001 | Skalka      | 53    | 62    | 64    | 6     | 8     | 9     | 1,72    | 1,661   | 1,784   |
| 11002 | Jesenice    | 43    | 56    | 56    | 8     | 9     | 9     | 1,293   | 1,402   | 1,537   |
| 11004 | České údolí | 23    | 25    | 21    | 8     | 10    | 7     | 1,761   | 1,975   | 1,764   |
| 11005 | Klabava     | 17    | 23    | 24    | 6     | 7     | 7     | 1,371   | 1,665   | 1,616   |
| 51001 | Rozkoš      | 38    | 42    | 43    | 9     | 9     | 8     | 1,428   | 1,463   | 1,499   |
| 52038 | Chobot      | 16    | 16    | 16    | 5     | 4     | 5     | 1,165   | 1,15    | 1,346   |
| ...   | ...         | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...     | ...     | ...     |

**Tab. 3.4** – Část zpracovávaných údajů o struktuře krajiny v okolí vodních ploch – ukázka parametrů diverzity krajinného pokryvu v zónách sčítacích lokalit reprezentující období 1970, 1990 a 2006 (*NP* – počet plošek, *NC* – počet krajinných tříd, *SHDI* – Shannonův index diverzity)

| SITE  | CHARACTER                                 | AREA_51 | LENGTH | ALT_MEAN | ALT_STD |
|-------|---|---------|--------|----------|---------|
| 14010 | OHŘE: Cheb - Doubí                        | 4,16    | 6,24   | 440,36   | 14,84   |
| 14011 | OHŘE: Doubí - Mostov                      | 8,85    | 9,94   | 426,16   | 8,61    |
| 14030 | BEROUNKA: počátek - Bukovec               | 33,76   | 9,73   | 333,39   | 24,05   |
| 14061 | MŽE: Město Touškov - Plzeň                | 5,53    | 14,99  | 322,67   | 17,57   |
| 14070 | ÚSLAVA: Kozel, most - Starý Plzenec, jez  | 21,71   | 7,45   | 378,19   | 36,09   |
| 24001 | LABE: Horní Počáply - Roudnice nad Labem  | 414,28  | 17,47  | 167,31   | 18,69   |
| 24002 | LABE: Roudnice nad Labem - Litoměřice     | 410,85  | 17,41  | 158,87   | 15,96   |
| 24007 | LABE: Církvice - Ústí nad Labem, zdymadlo | 218,08  | 9,81   | 243,42   | 88,12   |
| ...   | ...                                       | ...     | ...    | ...      | ...     |

**Tab. 3.5** – Část zpracovávaných údajů o vlastnostech reliéfu v případě vodních toků – ukázka neměnných parametrů délky sčítacího úseku vodního toku (*LENGTH* km), rozlohy vodních ploch [*AREA\_51* ha], průměrné nadmořské výšky [*ALT\_MEAN* m n.m.] a směrodatné odchylky (*ALT\_STD*) v zónách sčítacích lokalit.

## Reliéf

Pro zjištění požadovaných informací o charakteru reliéfu, tedy průměrné nadmořské výšky (MEAN) a vertikální heterogenity reliéfu vyjádřené směrodatnou odchylkou (STD) ve všech 93 lokalitách, byla za využití podkladového digitálního modelu terénu České republiky použita funkce *Zonal statistics* v nabídce *Spatial Analyst* (viz tab. 3.5). Jako další neměnné faktory, které charakterizují danou lokalitu, byly spočteny rozlohy všech vodních ploch v zónách sčítacích lokalit a délky sčítacích úseků vodních toků.

## Meteorologické charakteristiky

Distribuce, početnost či druhová diverzita vodních ptáků může být ovlivňována jak měnícími se klimatickými podmínkami jednotlivých zimních sezón, tak variabilitou povětrnostních podmínek v rámci jedné sezóny. Jelikož výsledky zimního sčítání vodních ptáků v lednovém termínu vycházejí ze zjištěných hodnot z jednoho určitého dne, je nezbytné zvážit povětrnostní podmínky, které vládly na stanovišti v daný den a v předešlém období. Délka tohoto období byla stanovena na deset dní, přičemž byl každý den desetidenního intervalu opatřen váhou, aby se zredukovala možná chyba určení délky období. Dnu, kdy probíhalo sčítání, byla přidána nejvyšší váha, předešlé dny pak byly opatřeny snižující se váhou.

| SITE  | YEAR | W_MEAN | CV     | NEG_T  | TO    | SNOW |
|-------|------|--------|--------|--------|-------|------|
| 14030 | 1976 | 2,71   | 78,4   | -54    | 0,11  | 8    |
| 14030 | 1977 | -2,77  | 100,38 | -324   | -0,22 | 55   |
| 14030 | 1987 | -10,88 | 40,88  | -738   | -7,06 | 136  |
| 14030 | 1988 | 2,96   | 81,78  | -85,28 | -3,72 | 0    |
| 14030 | 2006 | -3,79  | 93,07  | -364   | -4,11 | 58   |
| 14030 | 2007 | 7,83   | 27,19  | -8     | 7,11  | 0    |
| 34020 | 1975 | 3,15   | 68,06  | -29    | 5,1   | 0    |
| 34020 | 1976 | 3,4    | 66,57  | -61,9  | 2     | 9    |
| 34020 | 1990 | 3,99   | 64,39  | -7,8   | 3,9   | 0    |
| 34020 | 1991 | 8,21   | 33,3   | 0      | 5,7   | 0    |
| 34020 | 2006 | -2,95  | 56,44  | -316,1 | -2,2  | 9    |
| 34020 | 2007 | 8,25   | 44,66  | -23,6  | 11    | 0    |

Tab. 3.6 – Část tabulky vodních toků – klimatické indexy pro dvě lokality

Pro hodnocení možného vlivu povětrnostních a klimatických podmínek na abundanci a druhovou diverzitu vodních ptáků tak byly vytvořeny následující klimatické indexy (ukázka viz tab. 3.6):

- W\_MEAN** - vážený průměr denních průměrných teplot 10 dní před termínem sčítání [°C]
- CV** - variační koeficient popisující (ne)stálost povětrnostních podmínek na stanovišti, vypočtený jako poměr směrodatné odchylky a aritmetického průměru denních průměrných teplot [%]  
(*Variační koeficient byl zvolen jako ukazatel vhodný pro vzájemné srovnání variability více souborů*)
- NEG\_T** - suma vážených záporných minimálních teplot určující intenzitu mrazových dní
- T0** - denní průměrná teplota v den sčítání [°C]
- SNOW** - index výšky sněhové pokrývky, vyjádřený sumou vážených kategorií výšky sněhu

Měření výšky sněhu na meteorologických stanicích je značně závislé na místě a způsobu měření, a proto jsou tyto údaje spíše orientační povahy. Tento parametr byl rozdělen do čtyř kategorií lépe popisujících situaci na lokalitách:

Kategorie:   **0**: 0 cm,           **1**: 1-10 cm,  
                  **2**: 11-20 cm,   **3**: více než 20 cm

### 3.2.2 Statistická analýza vlivu určených faktorů prostředí

Z důvodů odlišných habitatových podmínek a v reakci výskytu vodních ptáků na proměnné prostředí, zejména klimatického charakteru (Kaminski & Weller 1992 *ex* Mallory *et al.* 2003, Musil *et al.* 2008), byly statistické analýzy prováděny odděleně pro vodní toky a stojaté vody. Pro analýzy byly využity statistické softwary STATISTICA verze 7.0 firmy StatSoft a CANOCO for Windows verze 4.5.

Struktura krajiny zastoupená vybranými parametry (viz kapitola 3.2.1) byla analyzována pro tři následující období: 1970, 1990 a 2006. Pro účely hodnocení vlivu těchto ukazatelů na abundanci a diverzitu vodních ptáků je vhodné nejprve otestovat, zda

mezi jednotlivými obdobími docházelo k jejich prokazatelné variabilitě. Jelikož pro každou lokalitu probíhaly vždy tři měření (snímkování CLC), jednalo se o závislé výběry. Pro porovnání několika závislých výběrů tak byl použit neparametrický Friedmanův test (*Comparing multiple dependent samples (variables) – Friedman ANOVA* - STATISTICA 7.0).

Počet proměnných prostředí, které mohou být měřeny pomocí dálkového průzkumu země (struktura krajiny, reliéf) či pozemních měření (meteorologická data) je vzhledem k hodnocenému vzorku poměrně velký. Při zkoumání velkého množství vysvětlujících proměnných se kvůli jejich vzájemným souvislostem objevuje riziko ze špatného vyhodnocení vlivů na závisle proměnnou. Pro zjištění stupně závislosti mezi jednotlivými znaky byly pro vybrané ukazatele podmínek prostředí, které mají pravděpodobně největší vliv na početnosti a druhovou diverzitu (viz rešerše a kapitola 3.1.1), spočítány Spearmanovy korelační koeficienty. Z dvojic proměnných, mezi nimiž byla zjištěna vysoká korelace, pak byla v následných analýzách uvažována vždy jen jedna (viz příloha č.10).

### ***Mnohorozměrná analýza dat***

Pro vyjádření vlivu sledovaných podmínek prostředí na početnosti jednotlivých druhů vodních ptáků byly použity ordinační diagramy redundanční analýzy programu CANOCO for Windows 4.5. K otestování statistické významnosti jednotlivých vysvětlujících proměnných prostředí posloužil Monte Carlo permutační test (500 permutací) s manuálním výběrem proměnných, při čemž každá z nich byla při výběru nezávisle testována.

Určitá část faktorů, které mají při opakovaném pozorování dopad na chování závislé proměnné a přitom nejsou explicitně součástí nezávislých proměnných, mohou být zahrnuty do faktoru vyjadřujícího náhodné efekty. Se společným vlivem pevných i náhodných efektů počítají tzv. smíšené modely s náhodnými efekty (Mixed effects models; Bolker *et al.* 2008). Pro nalezení vlivu vybraných faktorů prostředí na početnost a diverzitu vodních druhů ptáků byly použity smíšené modely analýzy kovariance a regresní analýzy, do kterých byla jako proměnná s náhodným efektem zahrnuta samotná lokalita. Na jednotlivých lokalitách mohou existovat vlivy, které není možné charakterizovat. Jejich uvažování společně s pevnými efekty ostatních faktorů prostředí tak pomáhá modelu lépe odhadnout možný vliv na sledované početnosti. Jednou ze základních podmínek pro použití těchto analýz je normální rozdělení studovaných proměnných. U proměnných, kde



se vyskytovalo příliš mnoho odlehlých hodnot, byla provedena normalizační Box-Coxova transformace pro přiblížení rozdělení hodnot k normálnímu ve tvaru:

$$y_{tr} = (y_p^\lambda - 1) / \lambda,$$

kde  $y_p$  je původní hodnota a  $y_{tr}$  pak hodnota transformovaná, pro  $\lambda$  pak byla nalezena vlastní optimální hodnota pro každý soubor hodnot (B\_COUNT a B\_SPECIES a jednotlivé druhy).

Jako proměnná popisující náhodný efekt byla ve smíšeném modelu zvolena lokalita (SITE). Vliv na závisle proměnnou se pak zjišťoval u následujících pevných efektů: velikost obce (kategorická proměnná s kategoriemi 0-5), krajinný pokryv a struktura krajiny, reliéf a klima (spojité proměnné). Použití velkého množství prediktorů však nemusí být prospěšné a vlivy některých faktorů mohou zůstat skryty a nebo naopak mohou být falešně hodnoceny vlivy, které ve skutečnosti neexistují. V analýzách kovariance (*Variance Components & Mixed Model ANOVA/ANCOVA; STATISTICA 7.0*) proto byly z modelu postupně po jedné vyřazovány nezávislé proměnné, které významně nepřispívali ke kvalitě modelu (proměnné s nejvyšší p-hodnotou - *Stepwise selection, typ Backward*). V modelu nakonec zbyly pouze proměnné s prokazatelným vlivem na 5% hladině významnosti a faktory s těsným vztahem k závislé proměnné ( $0,05 < p < 0,1$ ).

S využitím obecných lineárních modelů (*General Linear Models – GLM; STATISTICA 7.0*) byly pomocí vícenásobné regrese odhadnuty jednotlivé regresní koeficienty výsledných proměnných prostředí. Pomocí těchto parametrů byla sestavena rovnice vícenásobné regrese ve tvaru:

$$f(Y_i) = \beta + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \dots + \beta_n * x_n + e_i$$

kde  $f(x)$  je funkce Box-Coxovy transformace,  $\beta$  až  $\beta_n$  jsou regresní koeficienty,  $x_1$  až  $x_n$  jsou nezávislé proměnné, resp. hodnoty významných podmínek prostředí a  $Y_i$  je závisle proměnná, tedy očekávaný počet (ptáků, druhů, apod.),  $e_i$  popisuje regresní reziduál. Koeficientem determinace  $R^2$  pak bylo vyjádřeno, jak vysoký podíl variability závisle proměnné je možné vysvětlit odhadnutým regresním modelem.

Tímto způsobem byly na první úrovni analyzovány vztahy proměnných prostředí na celkové abundanci ptáků a druhů na sčítaných lokalitách, ve druhé fázi pak byly hodnoceny vztahy environmentálních faktorů na vybrané druhy (viz. kapitola 3.1.1 a příloha č.7).

## 4. VÝSLEDKY

### 4.1 Změny krajinného pokryvu v okolí lokalit IWC

K hodnocení vlivů fyzicko-geografických faktorů prostředí na diverzitu a abundanci vodních ptáků bylo použito 93 lokalit IWC (*International WaterBird Census*) na území celé České republiky. Přičemž 51 lokalit je situováno na vodních tocích a 42 lokalit na stojatých vodách. Z hlediska zastoupení jednotlivých krajinných typů (dle snímků CORINE Land Cover, kategorie 2) v okolí sčítacích lokalit se nejvíce vyskytovaly: městská zástavba, louky a pastviny, smíšené zemědělské oblasti a lesy. Uměle přetvořené povrchy byly obecně rozšířenější podél sledovaných říčních úseků než v okolí vodních ploch. K nejviditelnějším změnám v údajích krajinného pokryvu CLC mezi lety 1970 až 2006 docházelo v následujících krajinných typech:

Významnější expanze městské zástavby (COR\_11) (nad 5%) byla zaznamenána pouze v okolí 8 lokalit, k přeměně zástavby (nad 5%) na jiné krajinné typy, zejména průmyslové a dopravní oblasti došlo obdobně v 8 hodnocených oblastech. Průmyslových a dopravních oblastí (COR\_12) v daném období přibýlo výrazně v okolí 10 lokalit, k jejich úbytku nedocházelo ani na jedné ze sledovaných lokalit. Městských parků a zeleně (COR\_14) výrazněji přibýlo pouze ve 4 oblastech, přičemž k poklesu nedošlo ani v jednom z případů. Přeměna z ostatních krajinných tříd na ornou půdu (COR\_21) byla zaznamenána pouze na pěti lokalitách, zatímco výraznější úbytek (alespoň o 5%) orné půdy ve prospěch ostatních krajinných typů byl potvrzen již v okolí 14 hodnocených lokalit. V 18 oblastech došlo k výraznějším přeměnám v louky a pastviny (COR\_23), nejčastěji právě z orné půdy, zatímco k úbytku pastvin docházelo jen u 4 lokalit. Smíšené zemědělské oblasti (COR\_24) se významněji rozšířily v okolí 16 sledovaných lokalit a pouze v 5 oblastech byl zaznamenán opačný jev. K výraznějšímu zarůstání úhorů a mýtin křovinatými porosty došlo jen v okolí 7 hodnocených lokalit. Zarůstání těchto ploch lesy či zpětná přeměna na zemědělské oblasti, popřípadě urbanizované plochy nebyla zaznamenána ani v jednom z případů.

V zónách sčítacích lokalit byl mezi daty CORINE 1970, 1990 a 2006 pozorován znatelný nárůst počtu krajinných plošek (NO\_PATCH). Vyrůstající tendence je patrná na více než 80% lokalit (77 lokalit), pouze 7 lokalit zůstalo beze změn, na zbývajících docházelo ke kolísání počtu plošek mezi obdobími. S narůstajícím, resp. klesajícím počtem plošek dochází také ke změnám počtu krajinných tříd (NO\_CLASS), zde však byly zaznamenány pouze malé přírůstky, resp. úbytky. Ke změnám heterogenity krajiny,

vyjádřené Shannonovým indexem diverzity (SHDI) docházelo na většině sledovaných lokalit, přičemž ve většině případů byla zaznamenána vrůstající tendence.

### Variabilita struktury krajiny

Ke statistickému testování, zda mezi třemi obdobími (1970, 1990, 2006) docházelo k prokazatelné variabilitě struktury krajiny a krajinného pokryvu, byl využit Friedmanův neparametrický test (*Friedman ANOVA*). Na zvolené 5% hladině významnosti je dle výsledných p-hodnot patrné, že hodnocené ukazatele struktury krajiny nejsou neměnné a mezi jednotlivými obdobími ke změnám docházelo ve většině krajinných typů (viz obr. 4.1). Nejvýznamnější variabilita ( $p < 0,001$ ) byla nalezena pro vody tekoucí i stojaté u

| ukazatel | Vodní plochy      | Vodní toky        |
|----------|-------------------|-------------------|
|          | p                 | p                 |
| COR11    | <b>0,043</b>      | 0,116             |
| COR12    | <b>0,005</b>      | <b>&lt; 0,001</b> |
| COR13    | 0,925             | 0,449             |
| COR14    | <b>0,015</b>      | <b>0,009</b>      |
| COR21    | <b>&lt; 0,001</b> | <b>&lt; 0,001</b> |
| COR22    | 0,197             | 0,325             |
| COR23    | <b>0,002</b>      | 0,057             |
| COR24    | 0,203             | <b>0,012</b>      |
| COR31    | 0,057             | <b>0,014</b>      |
| COR32    | <b>0,024</b>      | 0,273             |
| COR41    | 0,142             | 0,368             |
| COR51    | <b>0,027</b>      | <b>0,029</b>      |
| NO_PATCH | <b>&lt; 0,001</b> | <b>&lt; 0,001</b> |
| NO_CLASS | <b>&lt; 0,001</b> | <b>&lt; 0,001</b> |
| SHDI     | <b>&lt; 0,001</b> | <b>&lt; 0,001</b> |

parametrů počtu plošek (NO\_PATCH), počtu krajinných tříd (NO\_CLASS) a Shannonova indexu diverzity (SHDI). V případě zastoupení krajinných typů v zónách sčítacích lokalit byly zaznamenány nejvýznamnější změny u orné půdy (2.1,  $p < 0,001$ ) pro oba typy vod), u průmyslových, obchodních a dopravních oblastí (1.2, vodní toky  $p < 0,001$ , vodní plochy  $p = 0,005$ ). Variabilita nebyla prokázána v případě zastoupení krajinné třídy 1.3 (doly, skládky a staveniště), 2.2 (trvalé plodiny) a 4.1 (mokřady ve vnitrozemí) ani u jednoho z obou typů vod.

**Tab.4.1** — Výsledné p-hodnoty dle Friedmanova testu pro testování variability struktury krajiny mezi jednotlivými obdobími 1970, 1990 a 2006 (tučně  $\sim p < 0,05$ ) (STATISTICA version 7.0)

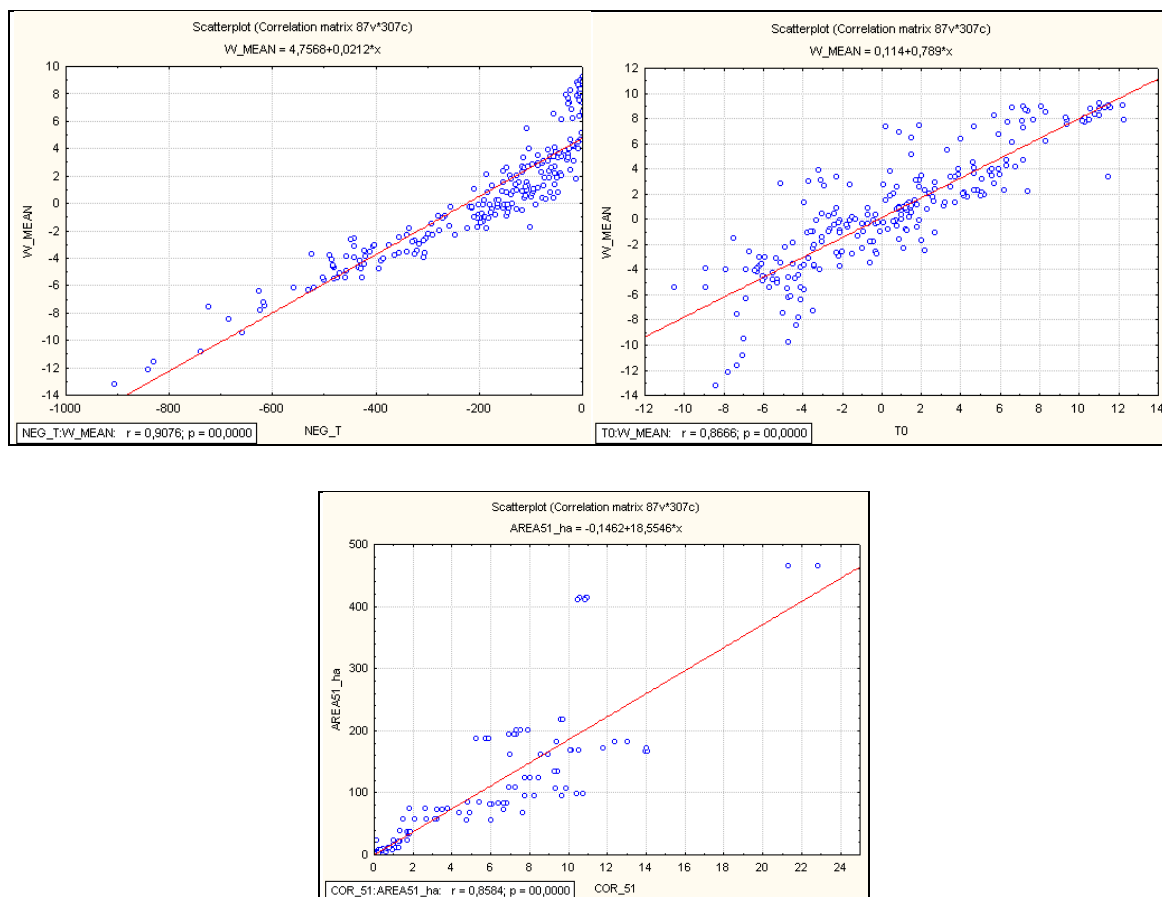
## 4.1 Vliv proměnných prostředí

### Zmírnění multikolinearity

Pomocí Spearmanovy korelační matice (STATISTICA 7.0) byly pro vysvětlující proměnné prostředí vyčísleny pořadové párové korelační koeficienty neparametrického charakteru (viz příloha č.10). Velmi silná korelace ( $r = 0,957$ ) byla nalezena mezi dvojicemi váženého teplotní průměru (W\_MEAN) a sumy záporných teplot (NEG\_T), mezi dvojicemi váženého teplotní průměru (W\_MEAN) a teploty v den sčítání (T0) ( $r = 0,874$ ), dále pak

mezi rozlohou vodních ploch (AREA\_51) a procentuálním zastoupením krajinného typu sladkých vod (COR\_51) ( $r = 0,944$ ). Pro přehlednost byly také vykresleny korelační diagramy a spočteny Pearsonovy korelace těchto dvojic prediktorů (viz obr.4.1).

**Obr. 4.1** – Korelační diagramy pro vzájemný vztah váženého teplotního průměru (W\_MEAN) a sumy záporných teplot (NEG\_T) (vlevo nahoře), vztah mezi váženým teplotním průměrem (W\_MEAN) a teplotou v den sčítání (TO) (vpravo nahoře) a vzájemný vztah mezi rozlohou vodních ploch (AREA\_51) a procentuálním zastoupením sladkých vod (COR\_51) (dole)

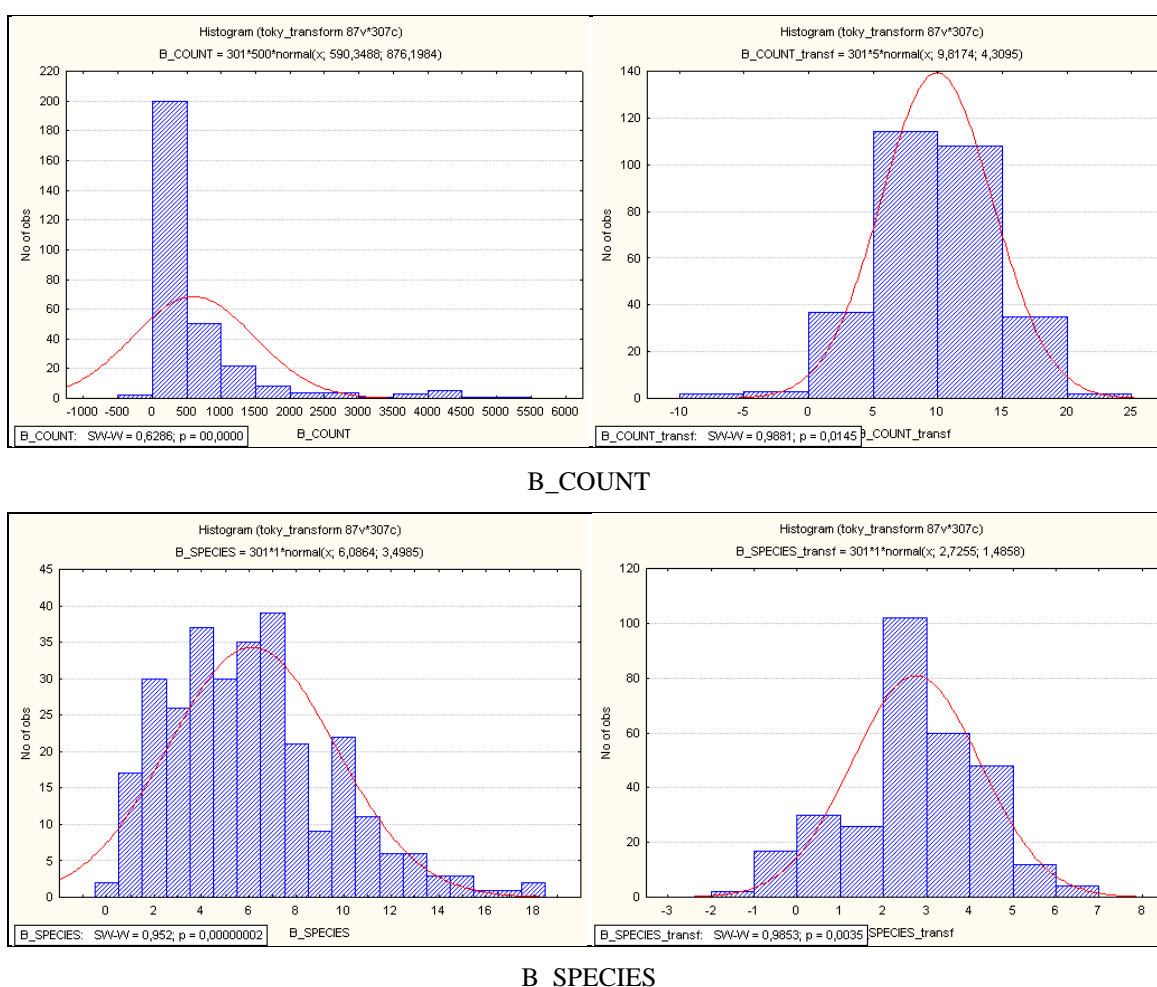


Jako proměnná dostatečně reprezentující teplotu v daném období byl zvolen vážený teplotní průměr (W\_MEAN). Ze dvojice proměnných W\_MEAN a NEG\_T ( $r = 0,908$ ,  $p < 0,001$ ) tak byl kvůli silné korelaci z následujících analýz vypuštěn prediktor NEG\_T. Podobně byl vyloučen i ukazatel teploty v den sčítání (TO) ( $r = 0,867$ ,  $p < 0,001$ ). V rámci dvojice proměnných COR\_51 a AREA\_51 ( $r = 0,858$ ,  $p < 0,001$ ) byla zachována proměnná celkové rozlohy vodních ploch (AREA\_51) s absolutním vyjádřením.

## Transformace dat

U studovaných proměnných, které nemají normální rozdělení, byla provedena normalizační transformace, tzv. Box-Coxova transformace dat. Pomocí ni byly poté přepočteny všechny sledované hodnoty. Dle vykreslených histogramů a výsledků Shapiro-Wilkova testu se transformované hodnoty celkového počtu ptáků (B\_COUNT\_transf;  $p = 0,015$ ) a počtu druhů (B\_SPECIES;  $p = 0,004$ ) již normálnímu rozdělení blíží. (viz obr. 4.2).

**Obr. 4.2** – Histogramy rozdělení hodnot celkového počtu ptáků (B\_COUNT) a počtu druhů (B\_SPECIES) na vodních tocích před (vlevo) a po Box-Coxově transformaci (vpravo) (STATISTICA 7.0)

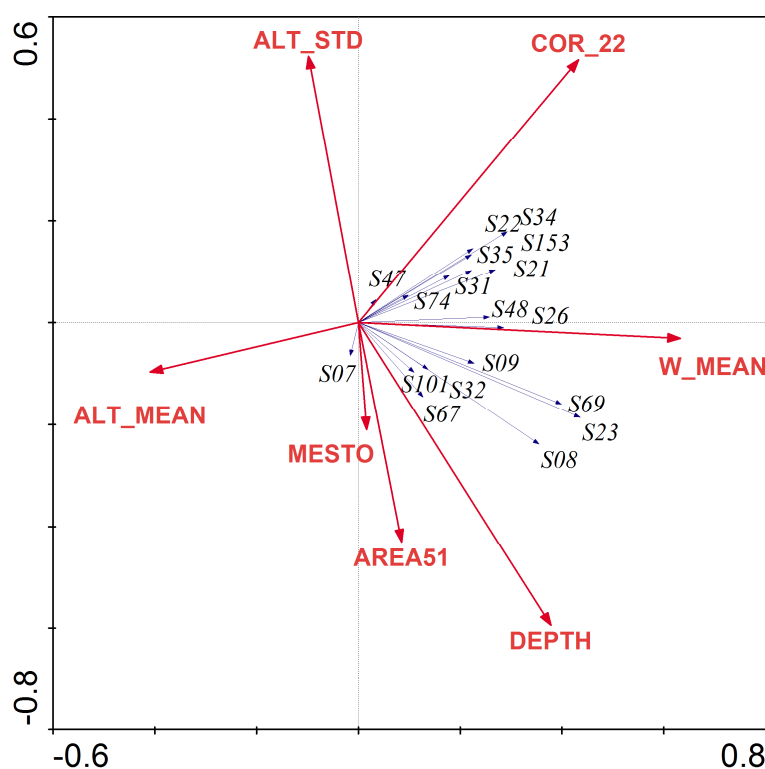


## Mnohorozměrná analýza dat pomocí RDA analýz

Analýzy vztahu mezi početnostmi vybraných druhů a proměnnými prostředí byly provedeny odděleně na stojatých vodách (viz obr. 4.3) a vodních tocích (obr. 4.4). Nejvýznamnější proměnné prostředí (dle permutačního testu Monte Carlo s 500 běhy;

CANOCO for Windows 4.5) mající vliv na početnosti jednotlivých druhů jsou vyjádřené prvními dvěma osami redundanční analýzy. V případě stojatých vod vykazuje ordinační diagram RDA analýzy pozitivní vztah naprosté většiny druhů ke vzrůstající průměrné teplotě (vyjádřené váženým teplotním průměrem W\_MEAN). Vyjímkou je pouze početnost potápky malé S07, která se zdá být ovlivněna spíše velikostí vodních ploch (AREA51) než teplotou samotnou (viz obr. 4.3).

**Obr. 4.3** - Ordinační diagram, který ukazuje první dvě osy redundanční analýzy (RDA) shrnující vliv významných podmínek prostředí na početnosti vybraných druhů na lokalitách stojatých vod  
1. osa vyjadřuje 5,3% vysvětlitelné variability druhových dat, 2. osa 1,3% variability (CANOCO for Windows 4.5)

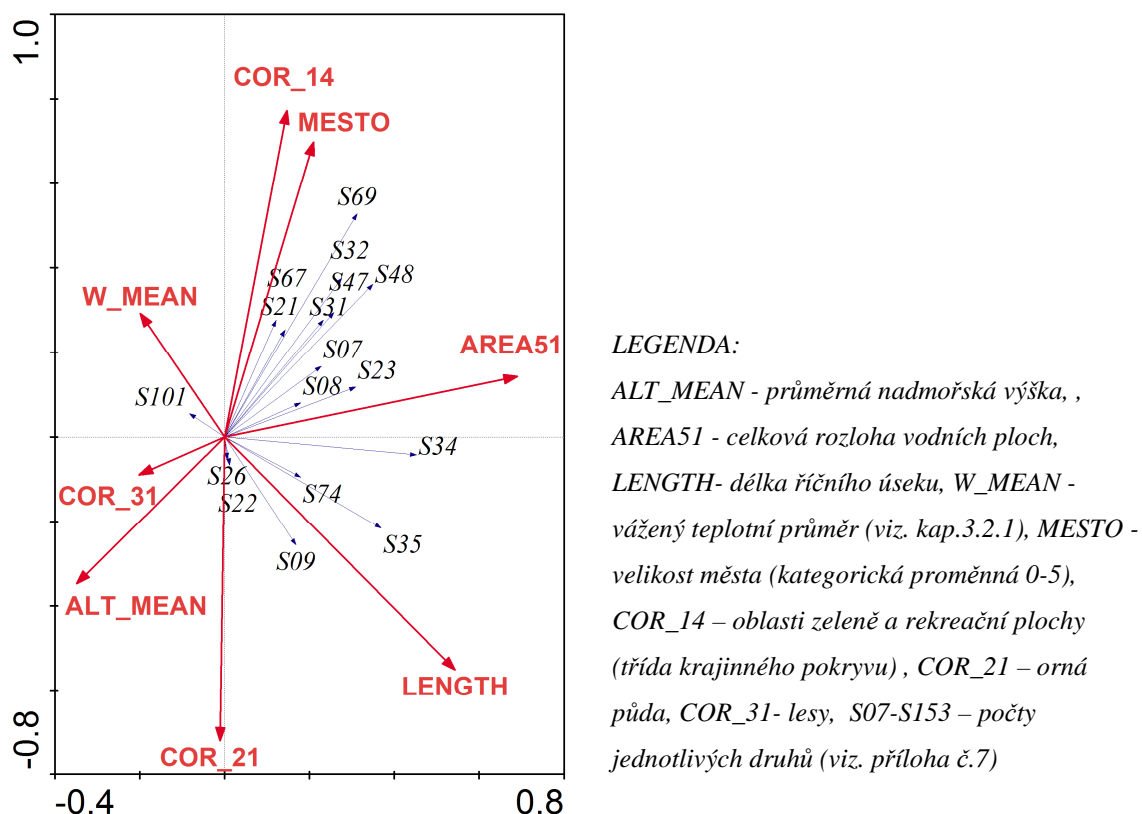


**LEGENDA:** ALT\_MEAN - průměrná nadmořská výška, ALT\_STD - výšková heterogenita terénu, AREA51 - celková rozloha vodních ploch, DEPTH - průměrná hloubka, W\_MEAN - vážený teplotní průměr (viz. kap.3.2.1), MESTO - velikost města (kategorická proměnná 0-5), COR\_22 – trvalé plodiny (třída krajinného pokryvu), S07-S153 – počty jednotlivých druhů (viz. příloha č.7)

U lokalit na tekoucích vodách lze reakce druhů na podmínky prostředí rozdělit víceméně na dvě skupiny, první ovlivňována přítomností města (MESTO) a městských parků (COR\_14) (typicky raci boušní S67 a chechtavý S69, labuť velká S21 nebo lyska černá S48) a druhá skupina mající pozitivní vztah k rozsahu vodních ploch (rozlohy AREA51 i

délky LENGTH), jako jsou rybožravé druhy (volavka popelavá S09, ledňáček říční S74) ,  
či druhy severské jako morčák velký S35 a hohol severní S34 (viz obr. 4.4).

**Obr. 4.4** - Ordinační diagram, který ukazuje první dvě osy redundanční analýzy (RDA) shrnující vliv významných podmínek prostředí na početnosti vybraných druhů na lokalitách vodních toků  
1. osa vyjadřuje 10,9% vysvětlitelné variability druhových dat, 2. osa 3,5% variability  
(CANOCO for Windows 4.5)



### Smíšené modely s náhodnými efekty

Pomocí smíšených modelů s náhodnými efekty (Mixed effects models), resp. kovarianční analýzy (*Variance Components & Mixed Models ANOVA/ANCOVA*) a regresní analýzy (*Parameter Estimates, GLM*) byl hodnocen vliv podmínek prostředí na celkové počty jedinců i jednotlivých druhů na sledovaných lokalitách.

### Celková abundance vodních ptáků

Z výsledku je patrné, že abundance vodních ptáků na sledovaných lokalitách jsou průkazně ovlivňovány mnoha proměnnými prostředí (viz. tab. 4.2a,b). Mezi nejvýznamnější prediktory ( $p < 0,001$ ) se řadí rozloha vodních ploch (AREA51), hloubka (DEPTH), počet plošek okolní krajiny (NO\_PATCH) a teplotní podmínky (W\_MEAN). Pro průměrnou

teplotu byl podle očekávání objeven kladný vztah s početnostmi ptáků na stojatých vodách ( $p < 0,001$ ) a naopak záporný vztah na vodách tekoucích ( $p = 0,005$ ). Hojně obsazené vodní plochy se nacházely na níže položených lokalitách (ALT\_MEAN,  $p = 0,017$ ) s členitějším okolním terénem (ALT\_STD,  $p = 0,017$ ). Zde byl nalezen kladný vztah mezi početnostmi vodních ptáků a přítomností mokřadních ekosystémů (COR\_41,  $p = 0,004$ ), ptáci však významně prosperovali také v blízkosti průmyslových oblastí (COR\_12,  $p = 0,024$ ) (viz tab. 4.2a). V případě sledovaných vodních toků byla dále zjištěna průkazná závislost na přítomnosti městské zástavby (COR\_11,  $p < 0,001$ ) a městských parků (COR\_14,  $p = 0,013$ ) (viz tab. 4.2b).

**Tab. 4.2a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na celkovou abundanci všech zaznamenaných vodních ptáků na sledovaných vodních plochách

| <sup>1</sup> $R^2 = 60,2\%$<br><sup>2</sup> $\lambda = 0,10101$ | <sup>3</sup> Effect<br>(F/R) | <sup>4</sup> df<br>Effect | <sup>5</sup> MS<br>Effect | <sup>6</sup> df<br>Error | <sup>7</sup> MS<br>Error | <sup>8</sup> F | <sup>9</sup> p |
|---|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| AREA51  | *Fixed                       | 1                         | 390,544                   | 34,619                   | 29,000                   | 13,467         | < 0,001 ***    |
| DEPTH   | *Fixed                       | 1                         | 565,976                   | 34,598                   | 29,010                   | 19,509         | < 0,001 ***    |
| ALT_MEAN  | *Fixed                       | 1                         | 180,859                   | 34,767                   | 28,925                   | 6,253          | 0,017 *        |
| ALT_STD   | *Fixed                       | 1                         | 183,157                   | 34,879                   | 28,870                   | 6,344          | 0,017 *        |
| COR_12  | *Fixed                       | 1                         | 148,835                   | 39,525                   | 26,911                   | 5,531          | 0,024 *        |
| COR_41  | *Fixed                       | 1                         | 191,461                   | 68,191                   | 21,347                   | 8,969          | 0,004 **       |
| NO_PATCH  | *Fixed                       | 1                         | 452,891                   | 35,588                   | 28,528                   | 15,875         | < 0,001 ***    |
| W_MEAN  | *Fixed                       | 1                         | 930,640                   | 237,680                  | 14,689                   | 63,356         | < 0,001 ***    |
| {1}SITE   | Random                       | 37                        | 27,899                    | 205,000                  | 13,122                   | 2,126          | < 0,001        |

**LEGENDA:**

<sup>1</sup>Koeficient determinace  $R^2$  udává část variability, kterou lze pomocí modelu vysvětlit

<sup>2</sup>Nalezená lambda pro Box-Coxovu transformaci (v případě, že transformace byla provedena)

<sup>3</sup>Charakteristika vyjadřující, zda je prediktor pevným či náhodným efektem.

<sup>4</sup>Stupně volnosti

<sup>5</sup>Variabilita, kterou proměnná vysvětluje

<sup>6</sup>Reziduální stupně volnosti

<sup>7</sup>Variabilita, která není vysvětlitelná zkoumanou proměnnou

<sup>8</sup>Testová statistika vyjadřující do jaké míry je vysvětlitelná variabilita vyšší než nevysvětlitelná

$F = MS_{effect} / MS_{errors}$

<sup>9</sup>p-hodnota : \*  $0,01 < p < 0,05$ , \*\*  $0,001 < p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

**Regresní rovnice 4.2a:**

$$f(Y_{BCOUNT}) = 2,349 + 0,002 * AREA\_51 + 0,346 * DEPTH - 0,022 * ALT\_MEAN + 0,176 * ALT\_STD + 0,287 * COR\_12 + 0,897 * COR\_41 + 0,105 * NO\_PATCH + 0,48 * W\_MEAN$$



**Tab. 4.2b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na celkovou abundanci všech zaznamenaných vodních ptáků na sledovaných vodních tocích.

| $R^2 = 63,7\%$<br>$\lambda = 0,18182$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| AREA51                                | *Fixed          | 1            | 443,731      | 41,665      | 28,657      | 15,484 | < 0,001 *** |
| COR_11                                | *Fixed          | 1            | 564,195      | 42,188      | 28,228      | 19,987 | < 0,001 *** |
| COR_14                                | *Fixed          | 1            | 163,172      | 48,370      | 24,353      | 6,700  | 0,013 *     |
| COR_24                                | *Fixed          | 1            | 289,865      | 48,739      | 24,174      | 11,991 | 0,001 **    |
| COR_31                                | *Fixed          | 1            | 105,551      | 41,938      | 28,430      | 3,713  | 0,061       |
| NO_PATCH                              | *Fixed          | 1            | 398,811      | 42,238      | 28,188      | 14,148 | < 0,001 *** |
| W_MEAN                                | *Fixed          | 1            | 77,142       | 278,603     | 9,778       | 7,890  | 0,005 **    |
| {1}MESTO                              | Fixed           | 5            | 64,251       | 41,938      | 28,431      | 2,260  | 0,066       |
| {2}SITE                               | Random          | 44           | 26,887       | 244,000     | 8,298       | 3,240  | < 0,001     |

**Regresní rovnice 4.2b:**

$$f(Y_{\text{BCOUNT}}) = 6,603 + 0,013 \cdot \text{AREA\_51} + 0,043 \cdot \text{COR\_11} + 0,167 \cdot \text{COR\_14} + 0,105 \cdot \text{COR\_24} - 0,04 \cdot \text{COR\_31} + 0,065 \cdot \text{NO\_PATCH} - 0,013 \cdot \text{W\_MEAN} - 8,078 \cdot \text{MESTO 0} - 3,325 \cdot \text{MESTO 1} - 3,245 \cdot \text{MESTO 2} - 1,983 \cdot \text{MESTO 3} - 3,309 \cdot \text{MESTO 4} + 0 \cdot \text{MESTO 5}$$

**Druhová diverzita**

Rozdílná druhová diverzita vodních ptáků na jednotlivých lokalitách je dána mimo jiné měnícími se podmínkami prostředí. U obou typů vod byly nalezeny průkazné závislosti na příbuzných proměnných (viz tab.4.3a,b), mezi něž patřily počty krajinných plošek (NO\_PATCH,  $p < 0,001$ ), velikost (AREA51) a hloubka vodních ploch (DEPTH,  $p = 0,032$ ) či teplotní charakteristiky. Průměrná teplota měla kladný vztah k abundanci druhů na stojatých vodách (W\_MEAN,  $p < 0,001$ ) a záporný na vodách tekoucích ( $p = 0,015$ ).

**Tab. 4.3a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na počet druhů vodních ptáků na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 58,1\%$<br>$\lambda = 0,30303$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| AREA51_ha                             | *Fixed          | 1            | 31,608       | 35,002      | 5,747       | 5,500  | 0,025 *     |
| DEPTH                                 | *Fixed          | 1            | 28,786       | 34,981      | 5,749       | 5,007  | 0,032 *     |
| ALT_MEAN                              | *Fixed          | 1            | 45,867       | 35,152      | 5,732       | 8,002  | 0,008 **    |
| COR_12                                | *Fixed          | 1            | 32,388       | 39,934      | 5,333       | 6,073  | 0,018 *     |
| COR_24                                | *Fixed          | 1            | 30,126       | 53,314      | 4,657       | 6,469  | 0,014 *     |
| COR_41                                | *Fixed          | 1            | 23,385       | 70,003      | 4,203       | 5,564  | 0,021 *     |
| NO_PATCH                              | *Fixed          | 1            | 100,005      | 35,969      | 5,654       | 17,687 | < 0,001 *** |
| W_MEAN                                | Fixed           | 1            | 232,669      | 237,988     | 2,904       | 80,107 | < 0,001 *** |
| {1} SITE                              | Random          | 38           | 5,479        | 204,000     | 2,592       | 2,114  | < 0,001     |

**Regresní rovnice 4.3a:**

$$f(Y_{\text{B\_SPECIES}}) = 0,545 + 0,0003 \cdot \text{AREA51} + 0,066 \cdot \text{DEPTH} - 0,007 \cdot \text{ALT\_MEAN} + 0,177 \cdot \text{COR\_12} - 0,032 \cdot \text{COR\_24} + 0,264 \cdot \text{COR\_41} + 0,049 \cdot \text{NO\_PATCH} + 0,24 \cdot \text{W\_MEAN}$$

Sledované říční úseky byly charakteristické významným vlivem výskytu městské zástavby (COR\_11,  $p = 0,001$ ) a velikosti obce (MESTO,  $p < 0,001$ ) a silnější závislostí na rozloze a množství vodních ploch (AREA\_51,  $p < 0,001$ ), dále také možnou, ale neprůkaznou, závislostí na blízkosti městských parků (COR\_14,  $p = 0,097$ ) a smíšených zemědělských oblastí (COR\_24,  $p = 0,081$ ). Zastoupení zemědělských oblastí (COR\_24,  $p = 0,014$ ) společně s přítomností mokřadních ekosystémů (COR\_41,  $p = 0,021$ ) bylo určujícím faktorem v okolí vodních ploch. Nejvyšší druhová diverzita byla zaznamenána na níže položených lokalitách (ALT\_MEAN,  $p = 0,008$  pro stojaté a  $p = 0,011$  pro tekoucí vody).

**Tab. 4.3b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na počet druhů vodních ptáků na sledovaných vodních tocích.

| $R^2 = 64,8\%$<br>$\lambda = 0,50505$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| AREA51_ha                             | *Fixed          | 1            | 64,041       | 40,662      | 3,018       | 21,217 | < 0,001 *** |
| ALT_MEAN                              | *Fixed          | 1            | 21,682       | 40,464      | 3,034       | 7,145  | 0,011 *     |
| COR_11                                | *Fixed          | 1            | 37,937       | 41,202      | 2,976       | 12,748 | 0,001 ***   |
| COR_12                                | *Fixed          | 1            | 23,551       | 55,309      | 2,298       | 10,250 | 0,002 **    |
| COR_14                                | *Fixed          | 1            | 7,936        | 44,271      | 2,767       | 2,867  | 0,097       |
| COR_24                                | *Fixed          | 1            | 7,942        | 49,529      | 2,504       | 3,172  | 0,081       |
| NO_PATCH                              | *Fixed          | 1            | 45,859       | 41,376      | 2,963       | 15,479 | < 0,001 *** |
| W_MEAN                                | *Fixed          | 1            | 6,592        | 281,301     | 1,096       | 6,016  | 0,015 *     |
| {1}MESTO                              | Fixed           | 5            | 18,535       | 40,969      | 2,994       | 6,191  | < 0,001 *** |
| {2} SITE                              | Random          | 43           | 2,848        | 244,000     | 0,949       | 3,000  | < 0,001     |

**Regresní rovnice 4.3b:**

$$f(Y_{B\_SPECIES}) = 1,835 + 0,003 * AREA51 - 0,0007 * ALT\_MEAN + 0,005 * COR\_11 - 0,019 * COR\_12 + 0,081 * COR\_14 + 0,011 * COR\_24 + 0,029 * NO\_PATCH + 0,066 * SHDI - 0,043 * W\_MEAN - 3,207 * MESTO 0 - 1,354 * MESTO 1 - 1,465 * MESTO 2 - 0,151 * MESTO 3 - 1,173 * MESTO 4 + 0 * MESTO 5$$

Totožné analýzy byly provedeny na vybraných druzích, které se vyznačovaly výraznými změnami počtu jedinců či obsazených lokalit mezi hodnocenými obdobími (1970, 1990, 2006) (viz příloha č.7). Druhy jsou ve výsledcích řazeny dle určitých habitatových preferencí a potravních návyků (Hudec *ed.* 1994, Musil *et al.* 2011, Musil, konzult.).

## Rybožravé druhy

### Volavka popelavá (*Ardea cinerea*)

Volavka popelavá je hojně rozšířeným brodivým ptákem, živícím se vodními živočichy, zejména rybami, obojživelníky či měkkýši, za potravou však také často zalétá na pole, kde loví hraboše. Obývá prakticky všechny typy vod bohatých na potravu (Snow & Perrins 1998).

Volavky tak v blízkostech stojatých vod podle očekávání průkazně preferovaly zastoupení luk a pastvin (COR\_23,  $p = 0,009$ ), naopak záporný vztah byl zjištěn k přítomnosti smíšených zemědělských oblastí (COR\_24,  $p = 0,002$ ). Početnosti volavek na sledovaných lokalitách však významně určovaly především teplotní podmínky, a to s kladným vztahem na stojatých vodách (W\_MEAN,  $p < 0,001$ ) a záporným vztahem na vodních tocích ( $p = 0,028$ ).

**Tab. 4.4a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost volavky popelavé (*Ardea cinerea*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 40,4\%$<br>$\lambda = -0,26263$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|--|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| COR_12                                 | *Fixed          | 1            | 167,211      | 41,788      | 28,380      | 5,892  | 0,020 *     |
| COR_13                                 | *Fixed          | 1            | 97,771       | 42,754      | 28,198      | 3,467  | 0,069       |
| COR_14                                 | *Fixed          | 1            | 111,224      | 47,835      | 27,358      | 4,066  | 0,049 *     |
| COR_23                                 | *Fixed          | 1            | 181,795      | 68,349      | 25,169      | 7,223  | 0,009 **    |
| COR_24                                 | *Fixed          | 1            | 249,718      | 70,040      | 25,040      | 9,973  | 0,002 **    |
| NO_CLASS                               | *Fixed          | 1            | 157,633      | 59,369      | 25,958      | 6,072  | 0,017 *     |
| W_MEAN                                 | Fixed           | 1            | 347,247      | 242,957     | 19,345      | 17,950 | < 0,001 *** |
| {1} SITE                               | Random          | 41           | 28,535       | 202,000     | 18,118      | 1,575  | 0,022       |

#### Regresní rovnice 4.4a:

$$f(Y_{S09}) = -10,344 + 0,437^*COR_{12} - 0,094^*COR_{13} + 0,181^*COR_{14} + 0,145^*COR_{23} - 0,082^*COR_{24} + 0,769^*NO\_CLASS + 0,292^*W\_MEAN$$

**Tab. 4.4b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost volavky popelavé (*Ardea cinerea*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 64,1\%$<br>$\lambda = -0,06061$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|--|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| LENGTH_km                              | *Fixed          | 1            | 265,148      | 47,416      | 15,477      | 17,132 | < 0,001 *** |
| COR_11                                 | *Fixed          | 1            | 113,068      | 49,481      | 15,220      | 7,429  | 0,009 **    |
| COR_12                                 | *Fixed          | 1            | 45,633       | 76,755      | 13,168      | 3,465  | 0,066       |
| COR_41                                 | *Fixed          | 1            | 42,755       | 200,908     | 10,538      | 4,057  | 0,045 *     |
| W_MEAN                                 | Fixed           | 1            | 44,399       | 293,298     | 9,151       | 4,852  | 0,028 *     |
| {1} SITE                               | Random          | 49           | 15,278       | 246,000     | 8,600       | 1,777  | 0,003       |

#### Regresní rovnice 4.4b:

$$f(Y_{S09}) = -2,665 + 0,194^*LENGTH - 0,064^*COR_{11} + 0,083^*COR_{12} - 1,974^*COR_{41} - 0,086^*W\_MEAN$$

Hojnější počty volavek se vyskytovaly prokazatelně na delších říčních úsecích (LENGTH,  $p < 0,001$ ) s minimem městské zástavby (COR\_11,  $p = 0,009$ ). V případě vodních ploch přesto preferovaly blízkost městských parků (COR\_14,  $p = 0,049$ ) a průmyslových oblastí (COR\_12,  $p = 0,02$ ) (viz tab. 4.4a,b). Překvapivý byl pak zjištěný negativní vztah k výskytu mokřadů v rámci tekoucích vod (COR\_41,  $p = 0,045$ ).

#### *Kormorán velký (Phalacrocorax carbo)*

Ze statistických analýz vyplývá, že na početnosti kormoránů na sledovaných lokalitách měly nejvýznamnější vliv rozloha vodních ploch (AREA51,  $p < 0,001$ ) a jejich hloubka (DEPTH,  $p < 0,001$ ), to je poněkud překvapivé vzhledem k faktu, že kormoráni loví spíše v mělčích vodách. Dalším určujícím faktorem na stojatých vodách byla opět zaznamenaná průměrná teplota (W\_MEAN,  $p < 0,001$ ) (viz tab. 4.5a).

**Tab. 4.5a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 30,0\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p          |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|------------|
| AREA51_ha      | *Fixed          | 1            | 5248,304     | 37,407      | 359,726     | 14,590 | <0,001 *** |
| DEPTH          | *Fixed          | 1            | 11617,730    | 37,340      | 359,649     | 32,303 | <0,001 *** |
| ALT_MEAN       | *Fixed          | 1            | 1441,646     | 37,873      | 360,263     | 4,002  | 0,053      |
| W_MEAN         | Fixed           | 1            | 10181,328    | 237,068     | 461,914     | 22,042 | <0,001 *** |
| {1} SITE       | Random          | 38           | 360,407      | 208,000     | 474,214     | 0,760  | 0,843      |

#### **Regresní rovnice 4.5a:**

$$Y_{S08} = 3,151 + 0,016 \cdot \text{AREA51} + 1,446 \cdot \text{DEPTH} - 0,03 \cdot \text{ALT\_MEAN} + 1,575 \cdot \text{W\_MEAN}$$

**Tab. 4.5b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 70,4\%$<br>$\lambda = -0,58586$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p        |
|--|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|----------|
| AREA51_ha                              | *Fixed          | 1            | 452,699      | 42,243      | 78,308      | 5,781  | 0,021 *  |
| LENGTH_km                              | *Fixed          | 1            | 465,244      | 40,492      | 77,981      | 5,966  | 0,019 *  |
| ALT_MEAN                               | *Fixed          | 1            | 471,614      | 41,417      | 78,156      | 6,034  | 0,018 *  |
| COR_12                                 | *Fixed          | 1            | 901,894      | 64,133      | 81,378      | 11,083 | 0,001 ** |
| COR_14                                 | *Fixed          | 1            | 266,621      | 52,407      | 79,926      | 3,336  | 0,073    |
| SHDI                                   | *Fixed          | 1            | 403,322      | 74,787      | 82,447      | 4,892  | 0,030 *  |
| SNOW                                   | Fixed           | 1            | 318,838      | 283,245     | 95,584      | 3,336  | 0,069    |
| {1} SITE                               | Random          | 47           | 79,118       | 246,000     | 97,650      | 0,810  | 0,805    |

#### **Regresní rovnice 4.5b:**

$$f(Y_{S08}) = -29,83 + 0,003 \cdot \text{AREA51} + 0,66 \cdot \text{LENGTH} - 0,01 \cdot \text{ALT\_MEAN} + 0,14 \cdot \text{COR\_12} + 0,369 \cdot \text{COR\_14} + 4,644 \cdot \text{SHDI} + 0,026 \cdot \text{SNOW}$$

V případě vodních toků byla nalezena zajímavá závislost na diverzitě krajiny, vyjádřené Shannonovým indexem diverzity (SHDI,  $p = 0,03$ ) a průkazný výskyt kormoránů v okolí průmyslových oblastí (COR\_12,  $p = 0,001$ ) (viz tab. 4.5b). Ve větších počtech se pak kormoráni nacházejí na delších úsecích vodních toků (LENGTH,  $p = 0,019$ ) v nižších nadmořských výškách (ALT\_MEAN,  $p = 0,018$ ) a pravděpodobně i na níže položených vodních plochách ( $p = 0,053$ ).

#### *Morčák velký (Mergus merganser)*

Pro početnosti morčáka velkého na sledovaných vodních plochách byly objeveny negativní závislosti na přítomnosti městských parků (COR\_14,  $p < 0,001$ ), zemědělských oblastí (COR\_24,  $p = 0,018$ ) a mokřadních ekosystémů (COR\_41,  $p = 0,005$ ) a dále na průměrné teplotě (W\_MEAN,  $p = 0,011$ ).

**Tab. 4.6a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost morčáka velkého (*Mergus merganser*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 33,3\%$<br>$\lambda = -1,15152$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|--|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| ALT_STD                                | *Fixed          | 1            | 248,172      | 32,494      | 56,570      | 4,387  | 0,044 *     |
| COR_14                                 | *Fixed          | 1            | 1052,713     | 49,342      | 54,967      | 19,152 | < 0,001 *** |
| COR_24                                 | *Fixed          | 1            | 333,507      | 46,778      | 55,153      | 6,047  | 0,018 *     |
| COR_41                                 | *Fixed          | 1            | 433,383      | 99,184      | 52,901      | 8,192  | 0,005 **    |
| W_MEAN                                 | *Fixed          | 1            | 330,059      | 239,909     | 49,848      | 6,621  | 0,011 *     |
| {1}MESTO                               | Fixed           | 4            | 152,598      | 36,311      | 56,107      | 2,720  | 0,045 *     |
| {2} SITE                               | Random          | 36           | 56,142       | 205,000     | 49,060      | 1,144  | 0,276       |

#### **Regresní rovnice 4.6a:**

$$f(Y_{S35}) = -32,866 + 0,101 \cdot \text{ALT\_STD} - 0,054 \cdot \text{COR\_14} - 0,041 \cdot \text{COR\_24} - 2,124 \cdot \text{COR\_41} - 0,825 \cdot \text{W\_MEAN} - 2,888 \cdot \text{MESTO 0} + 1,623 \cdot \text{MESTO 1} + 5,834 \cdot \text{MESTO 2} + 5,903 \cdot \text{MESTO 3} + 3,236 \cdot \text{MESTO 4} + 0 \cdot \text{MESTO 5}$$

**Tab. 4.6b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost morčáka velkého (*Mergus merganser*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 45,7\%$<br>$\lambda = -0,70707$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|--|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| AREA51_ha                              | *Fixed          | 1            | 1996,154     | 48,504      | 326,659     | 6,111  | 0,017 *     |
| LENGTH_km                              | *Fixed          | 1            | 6287,294     | 47,830      | 329,863     | 19,060 | < 0,001 *** |
| W_MEAN                                 | Fixed           | 1            | 4630,480     | 296,230     | 153,179     | 30,229 | < 0,001 *** |
| {1} SITE                               | Random          | 48           | 329,045      | 249,000     | 137,058     | 2,401  | < 0,001     |

#### **Regresní rovnice 4.6b:**

$$f(Y_{S35}) = -38,664 + 0,01 \cdot \text{AREA51} + 1,301 \cdot \text{LENGTH} - 0,88 \cdot \text{W\_MEAN}$$

Negativní vztah k průměrné teplotě byl nalezen také u populací vyskytujících se na hodnocených vodních tocích ( $p < 0,001$ ). Hojnější počty tohoto druhu se vyskytovaly především na delších říčních úsecích (LENGTH,  $p < 0,001$ ) s větší vodní plochou (AREA51,  $p = 0,017$ ) a na stojatých vodách v blízkosti větších měst (MESTO,  $p = 0,045$ ) s členitějším okolním terénem (ALT\_STD,  $p = 0,044$ ).

#### *Ledňáček říční (Alcedo atthis)*

Zatímco na sledovaných vodních plochách byla prokázána pouze preference ledňáčků k níže položeným lokalitám (ALT\_MEAN,  $p = 0,043$ ), početnosti na vodních tocích byly významně ovlivňovány více faktory (viz tab. 4.7a,b). Kladný vztah k větší rozloze vod v rámci říčních úseků (AREA51,  $p < 0,001$ ) by mohla podporovat i vysoká teritoriálnost tohoto druhu, závislost na rovinatějších oblastech (ALT\_STD,  $p = 0,003$ ) pak jejich preferování pomalu tekoucích vod bohatých na ryby (Snow & Perrins 1998). Výskyt a početnost ledňáčků jsou dále podmíněny nepřítomností obcí a zástavby v blízkém okolí vodních toků (MESTO,  $p < 0,001$ ). Poněkud překvapivý je průkazný vztah k vyšší sněhové pokrývce (SNOW,  $p = 0,011$ ).

**Tab. 4.7a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 19,1\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F     | p       |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|---------|
| ALT_MEAN       | Fixed           | 1            | 0,662        | 40,041      | 0,152       | 4,358 | 0,043 * |
| {1} SITE       | Random          | 40           | 0,152        | 209,000     | 0,136       | 1,115 | 0,307   |

#### **Regresní rovnice 4.7a:**

$$Y_{S74} = 0,618 - 0,001 * ALT\_MEAN$$

**Tab. 4.7b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 26,1\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| AREA51_ha      | *Fixed          | 1            | 20,845       | 44,290      | 0,834       | 25,008 | < 0,001 *** |
| ALT_STD        | *Fixed          | 1            | 8,403        | 42,201      | 0,829       | 10,136 | 0,003 **    |
| SNOW           | *Fixed          | 1            | 6,738        | 289,592     | 1,038       | 6,492  | 0,011 *     |
| {1}MESTO       | Fixed           | 5            | 4,482        | 43,274      | 0,831       | 5,392  | < 0,001 *** |
| {2} SITE       | Random          | 43           | 0,831        | 249,000     | 1,073       | 0,775  | 0,842       |

#### **Regresní rovnice 4.7b:**

$$Y_{S74} = -0,026 + 0,001 * AREA51 - 0,004 * ALT\_STD + 0,003 * SNOW + 2,354 * MESTO\ 0 + 0,029 * MESTO\ 1 + 0,125 * MESTO\ 2 + 0,297 * MESTO\ 3 + 0,078 * MESTO\ 4 + 0 * MESTO\ 5$$

## Husy

Husy (podčeleď *Anserinae*) patří mezi býložravé druhy vodních ptáků, které jsou typické hledáním potravy na zoraných polích a loukách, kde spásají trávy a osení a sbírají kořínky a vypadlá zrna (Hudec 1994).

### *Husa velká (Anser anser)*

Pro početnost husy velké sice nebyla nalezena žádná závislost na zastoupení pastvin či orných půd ve stanovených zónách sledovaných lokalit, přesto byl objeven významný vztah na blízkosti trvalých plodin v okolí hodnocených vodních ploch (COR\_22,  $p < 0,001$ ). Vyšší počty druhu se také vyskytovaly v přítomnosti přirozených mokřadů (COR\_41,  $p = 0,042$ ) a na kratších úsecích vodních toků (LENGTH,  $p = 0,045$ ). Překvapivě bylo zjištěno, že zvyšující se počet plošek (NO\_PATCH), jako jeden z ukazatelů heterogenity krajiny, měl významný vliv na vyšší početnosti husy velké, a to v okolí obou typů vod ( $p = 0,027$  pro stojaté vody a  $p = 0,001$  pro vodní toky) (viz tab. 4.8a,b).

**Tab. 4.8a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost husy velké (*Anser anser*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 19,6\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p          |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|------------|
| ALT_MEAN       | *Fixed          | 1            | 1906,838     | 33,104      | 648,084     | 2,942  | 0,096      |
| COR_22         | *Fixed          | 1            | 15873,278    | 51,226      | 698,392     | 22,728 | <0,001 *** |
| COR_41         | *Fixed          | 1            | 3458,600     | 149,128     | 823,121     | 4,202  | 0,042 *    |
| NO_PATCH       | Fixed           | 1            | 3478,017     | 35,978      | 657,779     | 5,288  | 0,027 *    |
| {1} SITE       | Random          | 40           | 670,043      | 206,000     | 1022,027    | 0,656  | 0,944      |

#### Regresní rovnice 4.8a:

$$Y_{S22} = -0,7 - 0,026 * ALT\_MEAN + 3,502 * COR\_22 + 5,557 * COR\_41 + 0,28 * NO\_PATCH$$

**Tab. 4.8b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost husy velké (*Anser anser*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 17,6\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p        |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|----------|
| LENGTH_km      | *Fixed          | 1            | 2,478        | 47,997      | 0,583       | 4,254  | 0,045 *  |
| NO_PATCH       | Fixed           | 1            | 6,640        | 49,640      | 0,584       | 11,362 | 0,001 ** |
| {1} SITE       | Random          | 49           | 0,584        | 249,000     | 0,711       | 0,821  | 0,794    |

#### Regresní rovnice 4.8b:

$$Y_{S22} = -0,322 - 0,005 * LENGTH + 0,009 * NO\_PATCH$$

### *Husa polní (Anser fabalis)*

Sčítané počty hus polních na vodních tocích nedisponovaly dostatkem nenulových záznamů, proto byly pro vliv podmínek prostředí provedeny statistické analýzy pouze na datech z lokalit vodních ploch (viz tab. 4.9). Z těch vyplývá, že husy průkazně preferovaly lokality s hlubšími vodami (DEPTH,  $p < 0,001$ ) nejlépe v blízkosti parků (COR\_14,  $p < 0,001$ ) spíše menších měst (MESTO,  $p = 0,007$ ). Byl objeven i vztah, ač ne průkazně, k zastoupení trvalých plodin v okolí obsazených vodních ploch (COR\_22,  $p = 0,084$ ).

**Tab. 4.9** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost husy polní (*Anser fabalis*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 27,5\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| DEPTH          | *Fixed          | 1            | 2757,725     | 30,734      | 82,061      | 33,606 | < 0,001 *** |
| COR_14         | *Fixed          | 1            | 3652,161     | 83,879      | 99,253      | 36,797 | < 0,001 *** |
| COR_22         | *Fixed          | 1            | 279,537      | 48,699      | 89,913      | 3,109  | 0,084       |
| {1}MESTO       | Fixed           | 4            | 351,155      | 33,494      | 83,530      | 4,204  | 0,007 **    |
| {2} SITE       | Random          | 36           | 84,762       | 207,000     | 141,905     | 0,597  | 0,967       |

#### **Regresní rovnice 4.9:**

$$Y_{S101} = -7,381 + 0,199 \cdot \text{DEPTH} + 3,823 \cdot \text{COR\_14} + 0,445 \cdot \text{COR\_22} + 6,984 \cdot \text{MESTO}_0 + 7,051 \cdot \text{MESTO}_1 + 9,679 \cdot \text{MESTO}_2 - 1,059 \cdot \text{MESTO}_3 + 0 \cdot \text{MESTO}_4$$

### *Husa běločelá (Anser albifrons)*

V rámci hodnocených období nebyly na sledovaných úsecích vodních toků pozorovány žádní jedinci husy běločelé. Analýzy tak byly prováděny pouze na datech na sledovaných vodních plochách. Opět se ukázala významná závislost přítomnosti trvalých plodin na vyšších počtech hus (COR\_22,  $p < 0,001$ ), taktéž na přítomnosti mokřadních společenstev (COR\_41,  $p = 0,044$ ) a počtu plošek v okolní krajině (NO\_PATCH,  $p = 0,029$ ). Početnost husy běločelé byla na obsazených lokalitách prokazatelně závislá na vyšší průměrné teplotě (W\_MEAN,  $p = 0,024$ ) (viz tab. 4.10)

**Tab. 4.10** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost husy běločelé (*Anser albifrons*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 21,1\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| COR_22         | *Fixed          | 1            | 1932,638     | 51,129      | 75,494      | 25,600 | < 0,001 *** |
| COR_41         | *Fixed          | 1            | 371,395      | 153,056     | 90,148      | 4,120  | 0,044 *     |
| NO_PATCH       | *Fixed          | 1            | 365,792      | 36,238      | 71,028      | 5,150  | 0,029 *     |
| W_MEAN         | Fixed           | 1            | 561,229      | 227,492     | 109,424     | 5,129  | 0,024 *     |
| {1} SITE       | Random          | 41           | 72,637       | 205,000     | 113,104     | 0,642  | 0,954       |



**Regresní rovnice 4.10:**

$$Y_{S153} = -2,764 + 1,321 * COR22 + 1,552 * COR\_41 + 0,082 * NO\_PATCH + 0,375 * W\_MEAN$$

**Plovavé kachny**

Jedná se o typ kachen (tribus *Anatini*), které se živí primárně při hladině vodní vegetací. Tyto kachny se jen zřídka potápí a obvykle se nachází na mělkých rybnících a řekách. Potravu shánějí také na souši, kde se krmí semeny a hmyzem (Snow & Perrins 1998).

**Kachna divoká (*Anas platyrhynchos*)**

Početnost kachny divoké byla na všech sledovaných lokalitách významně ovlivňována prostorovými aspekty území, jako je hloubka stojatých vod (DEPTH,  $p < 0,001$ ), délka úseků vodních toků (LENGTH,  $p = 0,026$ ) a rozloha vodních ploch (AREA51,  $p = 0,001$  u stojatých a  $p = 0,002$  u tekoucích vod) (viz tab. 4.11a,b). Vyšší početnosti se nacházely na vodních plochách spíše, nikoli průkazně, v členitějším terénu (ALT\_STD,  $p = 0,071$ ). Podle očekávání byla nalezena závislost na přítomnosti zemědělských oblastí (COR\_24) v blízkostech vodních toků ( $p = 0,013$ ). Jelikož kachna divoká patří mezi vodní ptáky běžně se vyskytující ve městě, kteří využívají také alternativní zdroje potravy, nepřekvapí ani průkazný vztah se zastoupením městské zástavby (COR\_11,  $p < 0,001$ ) v okolí řek, popřípadě s blízkostí skládek u stojatých vod (COR\_13,  $p = 0,042$ ). Neprůkazný, ale velmi těsný vztah byl zjištěn také s přítomností průmyslových oblastí (COR\_12,  $p = 0,046$ ).

**Tab. 4.11a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 61,2\%$<br>$\lambda = 0,06061$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| AREA51_ha                             | *Fixed          | 1            | 447,644      | 34,851      | 35,066      | 12,766 | 0,001 **    |
| DEPTH                                 | *Fixed          | 1            | 632,777      | 34,833      | 35,081      | 18,037 | < 0,001 *** |
| ALT_STD                               | *Fixed          | 1            | 121,273      | 34,875      | 35,046      | 3,460  | 0,071       |
| COR_12                                | *Fixed          | 1            | 123,796      | 38,866      | 32,179      | 3,847  | 0,057       |
| COR_13                                | *Fixed          | 1            | 131,560      | 40,681      | 31,138      | 4,225  | 0,046 *     |
| COR_24                                | *Fixed          | 1            | 87,893       | 49,981      | 27,343      | 3,214  | 0,079       |
| COR_41                                | *Fixed          | 1            | 131,322      | 63,884      | 24,116      | 5,446  | 0,023 *     |
| NO_PATCH                              | *Fixed          | 1            | 233,875      | 35,761      | 34,326      | 6,813  | 0,013 *     |
| W_MEAN                                | Fixed           | 1            | 1004,484     | 229,934     | 15,181      | 66,169 | < 0,001 *** |
| {1} SITE                              | Random          | 38           | 32,726       | 203,000     | 13,007      | 2,516  | < 0,001     |

**Regresní rovnice 4.11a:**

$$f(Y_{S23}) = -2,774 + 0,004 * AREA51 + 0,273 * DEPTH + 0,07 * ALT\_STD + 0,161 * COR\_12 + 0,136 * COR\_13 - 0,06 * COR\_24 + 0,702 * COR\_41 + 0,071 * NO\_PATCH + 0,499 * W\_MEAN$$

Početnost kachny divoké na sledovaných vodních plochách byla průkazně závislá na průměrné teplotě v předešlém období (W\_MEAN,  $p < 0,001$ ). Mezi dalšími faktory prostředí, které měly průkazný vliv na počty kachen na vodních plochách, byly objeveny také počty krajinných plošek (NO\_PATCH,  $p = 0,013$ ) a blízkost mokřadů (COR\_41,  $p = 0,023$ ).

**Tab. 4.11b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) na sledovaných vodních tocích

|                                       |                               |                            |                            |                           |                           |          |             |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|-------------|
| $R^2 = 41,6\%$<br>$\lambda = 0,18182$ | <b>Effect</b><br><b>(F/R)</b> | <b>df</b><br><b>Effect</b> | <b>MS</b><br><b>Effect</b> | <b>df</b><br><b>Error</b> | <b>MS</b><br><b>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b>    |
| AREA51_ha                             | *Fixed                        | 1                          | 318,168                    | 46,952                    | 30,300                    | 10,501   | 0,002 **    |
| LENGTH_km                             | *Fixed                        | 1                          | 162,833                    | 46,172                    | 30,556                    | 5,329    | 0,026 *     |
| COR_11                                | *Fixed                        | 1                          | 578,552                    | 48,648                    | 29,777                    | 19,430   | < 0,001 *** |
| COR_24                                | Fixed                         | 1                          | 173,432                    | 62,259                    | 26,738                    | 6,486    | 0,013 *     |
| {1} SITE                              | Random                        | 48                         | 29,972                     | 248,000                   | 15,153                    | 1,978    | < 0,001     |

**Regresní rovnice 4.11b:**

$$f(Y_{S23}) = -1,763 + 0,005 \cdot \text{AREA51} + 0,398 \cdot \text{LENGTH} + 0,128 \cdot \text{COR\_11} + 0,133 \cdot \text{COR\_24}$$

*Čírka obecná (Anas crecca)*

Z analýz vlivu prediktorů na početnost čírky obecné je patrná jejich preference ve výběru lokalit v nižších nadmořských výškách (ALT\_MEAN,  $p = 0,022$  pro stojaté,  $p = 0,007$  pro tekoucí vody). V případě stojatých vod byly prokázána kladná závislost na průměrné teplotě (W\_MEAN,  $p = 0,012$ ), neprůkazný vztah byl pak nalezen s nestálostí teplot v předešlých dnech (CV,  $p = 0,064$ ) (viz tab. 4.12a). Čírky byly také závislé (neprůkazně) na přítomnosti luk a pastvin v okolí hodnocených úseků řek (COR\_23,  $p = 0,055$ ) (viz tab. 4.12b). Překvapivý je hojnější výskyt čírek na stojatých vodách s vyšší sněhovou pokrývkou v jejich okolí (SNOW,  $p = 0,025$ ).

**Tab. 4.12a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost čírky obecné (*Anas crecca*) na sledovaných vodních plochách

|  |                               |                            |                            |                           |                           |          |          |
|--|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|----------|
| $R^2 = 41,3\%$<br>$\lambda = -1,03030$ | <b>Effect</b><br><b>(F/R)</b> | <b>df</b><br><b>Effect</b> | <b>MS</b><br><b>Effect</b> | <b>df</b><br><b>Error</b> | <b>MS</b><br><b>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b> |
| ALT_MEAN                               | *Fixed                        | 1                          | 11252,498                  | 39,505                    | 1971,693                  | 5,707    | 0,022 *  |
| W_MEAN                                 | *Fixed                        | 1                          | 8373,397                   | 245,953                   | 1320,164                  | 6,343    | 0,012 *  |
| CV                                     | *Fixed                        | 1                          | 4748,725                   | 230,397                   | 1369,235                  | 3,468    | 0,064    |
| SNOW                                   | Fixed                         | 1                          | 6766,971                   | 244,805                   | 1331,020                  | 5,084    | 0,025 *  |
| {1} SITE                               | Random                        | 40                         | 1964,472                   | 206,000                   | 1238,340                  | 1,586    | 0,021    |

**Regresní rovnice 4.12a:**

$$f(Y_{S26}) = -77,343 - 0,09 \cdot \text{ALT\_MEAN} + 2,4 \cdot \text{W\_MEAN} + 0,002 \cdot \text{CV} + 0,165 \cdot \text{SNOW}$$

**Tab. 4.12b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost čírky obecné (*Anas crecca*) na sledovaných vodních tocích

|  |                         |                      |                      |                     |                     |          |                   |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------|-------------------|
| $R^2 = 36,2\%$<br>$\lambda = -1,23232$ | <b>Effect<br/>(F/R)</b> | <b>df<br/>Effect</b> | <b>MS<br/>Effect</b> | <b>df<br/>Error</b> | <b>MS<br/>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b>          |
| <b>ALT_MEAN</b>                        | <i>*Fixed</i>           | 1                    | 2075,038             | 48,847              | 259,909             | 7,984    | <b>0,007 **</b>   |
| <b>COR_23</b>                          | <i>Fixed</i>            | 1                    | 812,280              | 68,627              | 213,609             | 3,803    | 0,055             |
| <b>{1} SITE</b>                        | <i>Random</i>           | 49                   | 259,357              | 249,000             | 110,074             | 2,356    | <b>&lt; 0,001</b> |

**Regresní rovnice 4.12b:**

$$f(Y_{S26}) = -4,643 + 0,02 * ALT\_MEAN + 0,351 * COR\_23$$

**Potápivé kachny**

Tento typ kachen (tribus Aythyini, Mergini) se vyskytuje většinou na hlubších rybnících, jezerech a řekách. Potápí se pod vodu, kde hledá potravu v podobě vodních rostlin, měkkýšů či malých druhů ryb (Snow & Perrins 1998).

*Polák velký (Aythya ferina)*

Jediným zjištěným prediktorem, který prokazatelně určoval početnost poláka velkého na stojatých vodách byla průměrná teplota na lokalitě (W\_MEAN,  $p = 0,046$ ). V případě řek jsou počty těchto druhů závislé spíše na velikosti vodního toku a rozloze přilehlých vodních ploch (AREA51,  $p = 0,009$ ) (viz. tab.4.13a,b).

**Tab. 4.13a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost poláka velkého (*Aythya ferina*) na sledovaných vodních plochách

|                 |                         |                      |                      |                     |                     |          |                |
|-----------------|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------|----------------|
| $R^2 = 20,3\%$  | <b>Effect<br/>(F/R)</b> | <b>df<br/>Effect</b> | <b>MS<br/>Effect</b> | <b>df<br/>Error</b> | <b>MS<br/>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b>       |
| <b>W_MEAN</b>   | <i>Fixed</i>            | 1                    | 9244,886             | 246,922             | 2288,046            | 4,041    | <b>0,046 *</b> |
| <b>{1} SITE</b> | <i>Random</i>           | 41                   | 2671,244             | 208,000             | 2239,766            | 1,193    | 0,213          |

**Regresní rovnice 4.13a:**

$$Y_{S31} = 3,893 + 1,498 * W\_MEAN$$

**Tab. 4.13b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost poláka velkého (*Aythya ferina*) na sledovaných vodních tocích

|  |                         |                      |                      |                     |                     |          |                   |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------|-------------------|
| $R^2 = 42,1\%$<br>$\lambda = -0,54545$ | <b>Effect<br/>(F/R)</b> | <b>df<br/>Effect</b> | <b>MS<br/>Effect</b> | <b>df<br/>Error</b> | <b>MS<br/>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b>          |
| <b>AREA51_ha</b>                       | <i>*Fixed</i>           | 1                    | 1342,965             | 47,810              | 179,667             | 7,475    | <b>0,009 **</b>   |
| <b>LENGTH_km</b>                       | <i>*Fixed</i>           | 1                    | 553,941              | 47,266              | 181,662             | 3,049    | 0,087             |
| <b>COR_11</b>                          | <i>Fixed</i>            | 1                    | 685,142              | 48,990              | 175,589             | 3,902    | 0,054             |
| <b>{1} SITE</b>                        | <i>Random</i>           | 48                   | 178,987              | 249,000             | 61,628              | 2,904    | <b>&lt; 0,001</b> |

**Regresní rovnice 4.13b:**

$$f(Y_{S31}) = -17,95 + 0,023 * AREA51 - 0,2 * LENGTH + 0,113 * COR\_11$$

*Polák chocholačka (Aythya fuligula)*

V případě početnosti poláka chocholačky byla podle očekávání nalezena silná závislost na hloubce stojatých vod (DEPTH,  $p = 0,003$ ) (viz tab. 4.14a) a rozloze vodních ploch na sčítaných vodních tocích (AREA51,  $p < 0,001$ ). Početnější populace se nacházely na kratších úsecích řek (LENGTH,  $p = 0,011$ ) větších měst (MESTO,  $p = 0,004$ ) v blízkosti městských parků a zeleně (COR\_14,  $p = 0,011$ ), avšak s minimem městské zástavby podél toku (COR\_11,  $p = 0,001$ ). Dále byl zjištěn průkazný vztah k nižší nadmořské výšce (ALT\_MEAN,  $p = 0,021$ ) a výskytu křovinatých porostů v okolí sledovaných vodních toků (COR\_32,  $p = 0,037$ ) (viz tab. 4.14b).

**Tab. 4.14a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost poláka chocholačky (*Aythya fuligula*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 16,7\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p        |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|----------|
| DEPTH          | Fixed           | 1            | 1968,515     | 39,663      | 194,994     | 10,095 | 0,003 ** |
| {1} SITE       | Random          | 40           | 195,128      | 209,000     | 232,806     | 0,838  | 0,743    |

**Regresní rovnice 4.14a:**

$$Y_{S32} = -0,346 + 0,544 \cdot \text{DEPTH}$$

**Tab. 4.14b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost poláka chocholačky (*Aythya fuligula*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 43,5\%$<br>$\lambda = -0,42424$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|--|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| AREA51_ha                              | *Fixed          | 1            | 1072,313     | 39,688      | 55,157      | 19,441 | < 0,001 *** |
| LENGTH_km                              | *Fixed          | 1            | 400,700      | 38,877      | 55,516      | 7,218  | 0,011 *     |
| ALT_MEAN                               | *Fixed          | 1            | 322,214      | 39,307      | 55,324      | 5,824  | 0,021 *     |
| COR_11                                 | *Fixed          | 1            | 659,781      | 41,442      | 54,429      | 12,122 | 0,001 **    |
| COR_14                                 | *Fixed          | 1            | 350,928      | 53,063      | 50,815      | 6,906  | 0,011 *     |
| COR_32                                 | *Fixed          | 1            | 236,765      | 51,032      | 51,331      | 4,612  | 0,037 *     |
| {1}MESTO                               | Fixed           | 5            | 227,406      | 39,987      | 55,029      | 4,133  | 0,004 **    |
| {2} SITE                               | Random          | 42           | 54,211       | 247,000     | 33,900      | 1,599  | 0,016       |

**Regresní rovnice 4.14b:**

$$Y_{S32} = -6,419 + 0,023 \cdot \text{AREA51} - 0,195 \cdot \text{LENGTH} - 0,003 \cdot \text{ALT\_MEAN} - 0,005 \cdot \text{COR\_11} + 0,169 \cdot \text{COR\_14} + 0,311 \cdot \text{COR\_32} - 16,31 \cdot \text{MESTO 0} - 5,492 \cdot \text{MESTO 1} - 4,651 \cdot \text{MESTO 2} - 1,732 \cdot \text{MESTO 3} - 4,143 \cdot \text{MESTO 4} + 0 \cdot \text{MESTO 5}.$$

### *Hohol severní (Bucephala clangula)*

Početnost tohoto severského zástupce potápivých kachen byla významně ovlivňována teplotou na lokalitách (viz tab. 4.15a,b). Z výsledku je patrné, že vodní plochy hostí více jedinců při vyšší průměrné teplotě (W\_MEAN,  $p = 0,016$ ), naopak na vodních tocích se více jedinců vyskytuje při nižších teplotách ( $p = 0,042$ ). Hoholi ve vnitrozemí většinou využívají v zimních měsících velké otevřené vodní plochy a řeky, nepřekvapí proto jejich kladný vztah k rozloze vodních ploch v rámci říčních úseků (AREA51,  $p = 0,003$ ). Zajímavý je však nalezený průkazný vztah se zastoupením trvalých plodin v okolí stojatých vod (COR\_22,  $p < 0,001$ ).

**Tab. 4.15a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost hohola severního (*Bucephala clangula*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 46,2\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| COR_22         | *Fixed          | 1            | 1620,564     | 44,378      | 84,332      | 19,217 | < 0,001 *** |
| W_MEAN         | Fixed           | 1            | 215,710      | 238,666     | 36,956      | 5,837  | 0,016 *     |
| {1} SITE       | Random          | 41           | 90,598       | 207,000     | 31,167      | 2,907  | < 0,001     |

#### **Regresní rovnice 4.15a:**

$$Y_{S34} = 0,512 + 1,213^*COR\_22 + 0,23^*W\_MEAN$$

**Tab. 4.15b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost hohola severního (*Bucephala clangula*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 40,7\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p        |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|----------|
| AREA51_ha      | *Fixed          | 1            | 18505,295    | 49,176      | 1847,220    | 10,018 | 0,003 ** |
| W_MEAN         | Fixed           | 1            | 1678,454     | 216,093     | 399,749     | 4,199  | 0,042 *  |
| {1} SITE       | Random          | 49           | 1867,262     | 249,000     | 265,076     | 7,044  | < 0,001  |

#### **Regresní rovnice 4.15b:**

$$Y_{S34} = -85,095 + 0,056^*AREA51 - 0,393^*W\_MEAN$$

### **Částečně synantropní druhy**

Jedná se o druhy, kteří ve větší míře využívají urbanizované plochy jako alternativní zimoviště, kde mohou využívat nových podmínek, jež města nabízí, jako je potrava, úkryt a snížená predace.

### *Racek chechtavý (Larus ridibundus)*

Racek chechtavý je nejhojnějším druhem racků vyskytujících se na našem území. Podle očekávání byly nalezeny kladné vztahy početnosti s přítomností městské zástavby (COR\_11,  $p < 0,001$ ), průmyslových oblastí (COR\_12,  $p = 0,003$ ) a velikostí města (MESTO,  $p < 0,001$ ). Hustě obývané lokality byly charakteristické hlubšími vodami (DEPTH,  $p = 0,003$ ), větší rozlohou vod v rámci říčních úseků (AREA51,  $p < 0,001$ ), členitějším terénem (ALT\_STD,  $p < 0,001$ ) a polohou v nižších nadmořských výškách (ALT\_MEAN,  $p < 0,001$ ). Na sledovaných stojatých vodách byla nalezena silná závislost druhu na teplotních podmínkách (W\_MEAN,  $p < 0,001$ ) (viz tab. 4.16a).

**Tab. 4.16a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost racka chechtavého (*Larus ridibundus*) na sledovaných vodních plochách

|  |                               |                            |                            |                           |                           |          |             |
|--|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|-------------|
| $R^2 = 39,6\%$<br>$\lambda = -0,62626$ | <b>Effect</b><br><b>(F/R)</b> | <b>df</b><br><b>Effect</b> | <b>MS</b><br><b>Effect</b> | <b>df</b><br><b>Error</b> | <b>MS</b><br><b>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b>    |
| DEPTH                                  | *Fixed                        | 1                          | 1301,501                   | 35,997                    | 123,268                   | 10,558   | 0,003 **    |
| ALT_MEAN                               | *Fixed                        | 1                          | 3377,269                   | 36,280                    | 123,119                   | 27,431   | < 0,001 *** |
| COR_12                                 | *Fixed                        | 1                          | 1214,681                   | 44,501                    | 119,513                   | 10,164   | 0,003 **    |
| COR_13                                 | *Fixed                        | 1                          | 361,485                    | 45,418                    | 119,180                   | 3,033    | 0,088       |
| W_MEAN                                 | Fixed                         | 1                          | 1679,367                   | 244,549                   | 97,175                    | 17,282   | < 0,001 *** |
| {1} SITE                               | Random                        | 39                         | 121,784                    | 206,000                   | 93,993                    | 1,296    | 0,129       |

#### **Regresní rovnice 4.16a:**

$$f(Y_{S69}) = -14,433 + 0,621 \cdot \text{DEPTH} - 0,04 \cdot \text{ALT\_MEAN} + 0,512 \cdot \text{COR\_12} + 0,209 \cdot \text{COR\_13} + 0,639 \cdot \text{W\_MEAN}$$

**Tab. 4.16b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost racka chechtavého (*Larus ridibundus*) na sledovaných vodních tocích

|  |                               |                            |                            |                           |                           |          |             |
|--|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|-------------|
| $R^2 = 66,8\%$<br>$\lambda = -0,10101$ | <b>Effect</b><br><b>(F/R)</b> | <b>df</b><br><b>Effect</b> | <b>MS</b><br><b>Effect</b> | <b>df</b><br><b>Error</b> | <b>MS</b><br><b>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b>    |
| AREA51_ha                              | *Fixed                        | 1                          | 797,960                    | 39,957                    | 15,477                    | 51,557   | < 0,001 *** |
| LENGTH_km                              | *Fixed                        | 1                          | 124,223                    | 39,324                    | 15,614                    | 7,956    | 0,007 **    |
| ALT_MEAN                               | *Fixed                        | 1                          | 672,055                    | 39,660                    | 15,541                    | 43,244   | < 0,001 *** |
| ALT_STD                                | *Fixed                        | 1                          | 413,818                    | 39,275                    | 15,625                    | 26,484   | < 0,001 *** |
| COR_11                                 | *Fixed                        | 1                          | 471,868                    | 41,505                    | 15,164                    | 31,117   | < 0,001 *** |
| COR_24                                 | *Fixed                        | 1                          | 48,287                     | 52,659                    | 13,543                    | 3,565    | 0,065       |
| SNOW                                   | *Fixed                        | 1                          | 29,191                     | 276,351                   | 8,299                     | 3,518    | 0,062       |
| {1}MESTO                               | Fixed                         | 5                          | 97,428                     | 40,649                    | 15,334                    | 6,354    | < 0,001 *** |
| {2} SITE                               | Random                        | 41                         | 15,263                     | 247,000                   | 7,381                     | 2,068    | < 0,001     |

#### **Regresní rovnice 4.16b:**

$$f(Y_{S69}) = 3,667 + 0,015 \cdot \text{AREA51} - 0,135 \cdot \text{LENGTH} - 0,016 \cdot \text{ALT\_MEAN} + 0,02 \cdot \text{ALT\_STD} + 0,021 \cdot \text{COR\_11} + 0,013 \cdot \text{COR\_24} - 0,007 \cdot \text{SNOW} - 12,558 \cdot \text{MESTO 0} - 3,405 \cdot \text{MESTO 1} - 3,651 \cdot \text{MESTO 2} - 1,934 \cdot \text{MESTO 3} - 1,645 \cdot \text{MESTO 4} + 0 \cdot \text{MESTO 5}$$

Dalšími z faktorů, jež by mohly mít vliv na početnost racků chechtavých na řekách a jejich okolí, je přítomnost zemědělských oblastí (COR\_24,  $p = 0,065$ ) a výška sněhové pokrývky (SNOW,  $p = 0,062$ ) (viz tab. 4.16b).

#### *Racek bouřní (Larus canus)*

Početnost dalšího zástupce racků na sledovaných lokalitách byla obdobně závislá na vyšší míře urbanizace, tedy přítomnosti městské zástavby (COR\_11,  $p = 0,002$ ), průmyslových oblastí (COR\_12,  $p < 0,001$ ), skládek (COR\_13,  $p = 0,008$ ), městských parků (COR\_14,  $p = 0,006$ ) a rozsahem samotného města (MESTO,  $p = 0,007$ ). Z výsledků je dále patrná preference níže položených vodních ploch (ALT\_MEAN,  $p = 0,023$ ) (viz tab. 4.17a,b).

**Tab. 4.17a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost racka bouřního (*Larus canus*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 22,7\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| DEPTH          | *Fixed          | 1            | 1771,689     | 30,436      | 532,973     | 3,324  | 0,078       |
| ALT_MEAN       | *Fixed          | 1            | 3041,734     | 30,868      | 533,978     | 5,696  | 0,023 *     |
| COR_12         | *Fixed          | 1            | 7195,547     | 43,885      | 558,370     | 12,887 | < 0,001 *** |
| COR_13         | *Fixed          | 1            | 4314,022     | 45,380      | 560,625     | 7,695  | 0,008 **    |
| {1}MESTO       | Fixed           | 4            | 2258,430     | 33,192      | 539,121     | 4,189  | 0,007 **    |
| {2} SITE       | Random          | 35           | 542,842      | 207,000     | 730,979     | 0,743  | 0,852       |

#### **Regresní rovnice 4.17a:**

$$Y_{S67} = 4,662 + 0,568 * \text{DEPTH} - 0,041 * \text{ALT\_MEAN} + 0,808 * \text{COR\_12} + 0,428 * \text{COR\_13} + 7,957 * \text{MESTO 0} + 5,621 * \text{MESTO 1} + 2,226 * \text{MESTO 2} + 34,313 * \text{MESTO 3} + 0 * \text{MESTO 0}$$

**Tab. 4.17b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost racka bouřního (*Larus canus*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 44,4\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p        |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|----------|
| COR_11         | *Fixed          | 1            | 4648,176     | 49,989      | 412,601     | 11,266 | 0,002 ** |
| COR_14         | Fixed           | 1            | 2981,244     | 61,505      | 369,747     | 8,063  | 0,006 ** |
| {1} SITE       | Random          | 50           | 412,548      | 248,000     | 190,666     | 2,164  | < 0,001  |

#### **Regresní rovnice 4.17b:**

$$Y_{S67} = -2,115 + 0,137 * \text{COR\_11} + 0,249 * \text{COR\_14}$$

#### *Labuť velká (Cygnus olor)*

V okolí sledovaných říčních úseků patřily dle očekávání mezi hlavní faktory, určujícími početnost labutí velkých, zastoupení městské zástavby (COR\_11,  $p = 0,009$ ) a průmyslových oblastí (COR\_12,  $p = 0,015$ ). Počty labutí na stojatých vodách však byly

řízeny převážně změnami teplotních podmínek (W\_MEAN,  $p < 0,001$ ). Zajímavý vztah byl nalezen s heterogenitou krajiny, vyjádřenou Shannonovým indexem diverzity (SHDI,  $p = 0,037$ ) v případě vodních toků a počtem krajinných plošek v okolí stojatých vod (NO\_PATCH,  $p = 0,036$ ). Zdá se, že labutě vyhledávají níže položené lokality bez sněhové pokrývky, závislosti však nebyly průkazné.

**Tab. 4.18a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost labutě velké (*Cygnus olor*) na sledovaných vodních plochách

|  |                         |                      |                      |                     |                     |          |             |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------|-------------|
| $R^2 = 32,5\%$<br>$\lambda = -0,42424$ | <b>Effect<br/>(F/R)</b> | <b>df<br/>Effect</b> | <b>MS<br/>Effect</b> | <b>df<br/>Error</b> | <b>MS<br/>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b>    |
| ALT_MEAN                               | *Fixed                  | 1                    | 195,690              | 36,773              | 50,073              | 3,908    | 0,056       |
| COR_13                                 | *Fixed                  | 1                    | 167,208              | 38,587              | 49,776              | 3,359    | 0,075       |
| NO_PATCH                               | *Fixed                  | 1                    | 235,920              | 38,358              | 49,813              | 4,736    | 0,036 *     |
| W_MEAN                                 | Fixed                   | 1                    | 1385,694             | 245,150             | 41,122              | 33,697   | < 0,001 *** |
| {1} SITE                               | Random                  | 40                   | 49,561               | 206,000             | 40,005              | 1,239    | 0,171       |

**Regresní rovnice 4.18a:**

$$f(Y_{S21}) = -7,206 - 0,017 \cdot \text{ALT\_MEAN} - 0,109 \cdot \text{COR\_13} + 0,071 \cdot \text{NO\_PATCH} + 0,058 \cdot \text{W\_MEAN}$$

**Tab. 4.18b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost labutě velké (*Cygnus olor*) na sledovaných vodních tocích

|  |                         |                      |                      |                     |                     |          |          |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------|----------|
| $R^2 = 49,3\%$<br>$\lambda = -0,06061$ | <b>Effect<br/>(F/R)</b> | <b>df<br/>Effect</b> | <b>MS<br/>Effect</b> | <b>df<br/>Error</b> | <b>MS<br/>Error</b> | <b>F</b> | <b>p</b> |
| COR_11                                 | *Fixed                  | 1                    | 241,727              | 49,602              | 32,462              | 7,446    | 0,009 ** |
| COR_12                                 | *Fixed                  | 1                    | 155,728              | 63,297              | 24,824              | 6,273    | 0,015 *  |
| SHDI                                   | Fixed                   | 1                    | 131,288              | 54,988              | 28,636              | 4,585    | 0,037 *  |
| {1} SITE                               | Random                  | 50                   | 32,123               | 247,000             | 8,899               | 3,610    | < 0,001  |

**Regresní rovnice 4.18b:**

$$f(Y_{S21}) = -6,797 + 0,033 \cdot \text{COR\_11} + 0,101 \cdot \text{COR\_12} + 2,754 \cdot \text{SHDI}$$

*Lyska černá (Fulica atra)*

Také v případě lysky černé byly zjištěny závislosti na vyšší míře urbanizace, tedy na blízkosti městské zástavby podél říčních úseků, velikosti samotného města (MESTO,  $p = 0,009$ , v případě stojatých vod neprůkazný vztah  $p = 0,066$ ) a na přítomnosti průmyslu (COR\_12,  $p = 0,037$ ) (viz tab. 4.19a,b). Významnou měrou pak byly početnosti ovlivňovány povětrnostními podmínkami, kde byl zjištěn pozitivní vztah k vyšším teplotám v případě stojatých vod (W\_MEAN,  $p < 0,001$ ), a naopak k nižším teplotám na tekoucích vodách (W\_MEAN,  $p = 0,036$ ). Z výsledků analýz je zřejmé, že lysky preferovaly lokality s vyšší heterogenitou okolní krajiny, popsané Shannonovým indexem diverzity (SHDI,  $p = 0,019$ ) a počtem krajinných plošek (NO\_PATCH,  $p = 0,008$ ).



Upřednostňované říční úseky se pak nacházely v nižších polohách bez sněhové pokrývky (ALT\_MEAN,  $p = 0,003$ , SNOW,  $p = 0,01$ ).

**Tab. 4.19a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost lysky černé (*Fulica atra*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 38,9\%$<br>$\lambda = -0,38384$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|--|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| COR_12                                 | *Fixed          | 1            | 235,218      | 39,733      | 50,584      | 4,650  | 0,037 *     |
| COR_24                                 | *Fixed          | 1            | 408,058      | 52,525      | 46,541      | 8,768  | 0,005 **    |
| NO_PATCH                               | *Fixed          | 1            | 413,062      | 34,943      | 52,875      | 7,812  | 0,008 **    |
| W_MEAN                                 | *Fixed          | 1            | 504,104      | 240,163     | 33,108      | 15,226 | < 0,001 *** |
| {1}MESTO                               | Fixed           | 4            | 128,139      | 35,220      | 52,725      | 2,430  | 0,066       |
| {2} SITE                               | Random          | 37           | 51,815       | 205,000     | 30,610      | 1,693  | 0,012 *     |

**Regresní rovnice 4.19a:**

$$f(Y_{S48}) = -14,088 + 0,546 * COR\_12 - 0,142 * COR\_24 + 0,061 * NO\_PATCH + 0,359 * W\_MEAN + 1,076 * MESTO\ 0 + 4,793 * MESTO\ 1 + 5,392 * MESTO\ 2 + 7,956 * MESTO\ 3 + 0 * MESTO\ 4$$

**Tab. 4.19b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost lysky černé (*Fulica atra*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 69,2\%$<br>$\lambda = 0,06061$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| AREA51_ha                             | *Fixed          | 1            | 623,267      | 41,768      | 29,843      | 20,885 | < 0,001 *** |
| ALT_MEAN                              | *Fixed          | 1            | 296,856      | 41,637      | 30,028      | 9,886  | 0,003 **    |
| COR_11                                | *Fixed          | 1            | 215,054      | 42,122      | 29,353      | 7,326  | 0,010 **    |
| COR_24                                | *Fixed          | 1            | 96,811       | 47,084      | 24,247      | 3,993  | 0,051       |
| NO_PATCH                              | *Fixed          | 1            | 87,863       | 42,084      | 29,405      | 2,988  | 0,091       |
| SHDI                                  | *Fixed          | 1            | 137,037      | 48,366      | 23,296      | 5,882  | 0,019 *     |
| W_MEAN                                | *Fixed          | 1            | 34,803       | 248,874     | 7,794       | 4,465  | 0,036 *     |
| SNOW                                  | *Fixed          | 1            | 60,196       | 182,242     | 8,994       | 6,693  | 0,010 *     |
| {1}MESTO                              | Fixed           | 5            | 106,176      | 41,921      | 29,628      | 3,584  | 0,009 *     |
| {2} SITE                              | Random          | 43           | 28,232       | 244,000     | 6,019       | 4,690  | < 0,001     |

**Regresní rovnice 4.19b:**

$$f(Y_{S48}) = -0,213 + 0,012 * AREA51 - 0,006 * ALT\_MEAN + 0,001 * COR\_11 + 0,011 * COR\_24 + 0,024 * NO\_PATCH + 2,202 * SHDI - 0,15 * W\_MEAN - 0,01 * SNOW - 10,949 * MESTO\ 0 - 4,008 * MESTO\ 1 - 3,601 * MESTO\ 2 - 1,444 * MESTO\ 3 - 2,224 * MESTO\ 4 + 0 * MESTO\ 5$$

## Ostatní druhy

### Slípka zelenonohá (*Gallinula chloropus*)

Slípka zelenonohá je hojně rozšířeným sladkovodním ptákem vyskytující se téměř na všech typech vod. Živí se převážně různými druhy trav a semen v příbřežní vegetaci, kde nachází i úkryt před predátory (Hudec 1994).

Ačkoliv se vyšší početnosti slípek nacházely spíše ve větších městech (MESTO,  $p = 0,025$ ), k přítomnosti městské zástavby v blízkém okolí sledovaných toků vykazovaly negativní vztah (COR\_11,  $p = 0,007$ ). Naopak zastoupení průmyslu v okolí vodních ploch mělo pozitivní vliv na početnosti druhu (COR\_12,  $p < 0,001$ ). Při výběru vodního toku slípky preferovaly níže položené úseky převážně v rovinatém terénu (ALT\_MEAN,  $p = 0,004$ , ALT\_STD,  $p = 0,042$ ). V okolí hodnocených řek pak byla nalezena neprůkazná, avšak těsná závislost početností na blízkosti městských parků (COR\_14,  $p = 0,05$ ), smíšených zemědělských oblastí (COR\_24,  $p = 0,055$ ) a počtu krajinných plošek (NO\_PATCH,  $p = 0,053$ ).

**Tab. 4.20a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost slípky zelenonohé (*Gallinula chloropus*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 21,5\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p           |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| COR_11         | *Fixed          | 1            | 2,689        | 46,461      | 0,809       | 3,324  | 0,075       |
| COR_12         | *Fixed          | 1            | 10,782       | 45,136      | 0,808       | 13,346 | < 0,001 *** |
| {1}MESTO       | *Fixed          | 4            | 2,005        | 36,232      | 0,798       | 2,512  | 0,059       |
| {3} SITE       | *Random         | 37           | 0,799        | 207,000     | 0,901       | 0,887  | 0,658       |

**Regresní rovnice 4.20a:**

$$Y_{s47} = -0,185 + 0,028 * COR\_11 + 0,083 * COR\_12 + 0,738 * MESTO\ 0 + 0,825 * MESTO\ 1 + 0,65 * MESTO\ 2 + 1,117 * MESTO\ 3 + 0 * MESTO\ 4$$

**Tab. 4.20b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost slípky zelenonohé (*Gallinula chloropus*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 51,4\%$<br>$\lambda = -0,22222$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F     | p        |
|--|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|----------|
| AREA51_ha                              | *Fixed          | 1            | 110,354      | 39,859      | 34,411      | 3,207 | 0,081    |
| ALT_MEAN                               | *Fixed          | 1            | 322,720      | 39,641      | 34,584      | 9,331 | 0,004 *  |
| ALT_STD                                | *Fixed          | 1            | 153,878      | 39,310      | 34,853      | 4,415 | 0,042 *  |
| COR_11                                 | *Fixed          | 1            | 278,895      | 40,490      | 33,926      | 8,221 | 0,007 ** |
| COR_14                                 | *Fixed          | 1            | 120,099      | 47,698      | 29,720      | 4,041 | 0,050    |
| COR_24                                 | *Fixed          | 1            | 114,228      | 48,299      | 29,451      | 3,879 | 0,055    |
| NO_PATCH                               | *Fixed          | 1            | 134,398      | 40,571      | 33,866      | 3,969 | 0,053    |
| CV                                     | *Fixed          | 1            | 44,928       | 214,171     | 15,620      | 2,876 | 0,091    |
| {1}MESTO                               | Fixed           | 5            | 98,901       | 40,268      | 34,094      | 2,901 | 0,025 *  |
| {2} SITE                               | Random          | 42           | 32,859       | 245,000     | 12,151      | 2,704 | < 0,001  |

**Regresní rovnice 4.20b:**

$$f(Y_{s47}) = -1,69 + 0,006 * AREA51 - 0,003 * ALT\_MEAN - 0,067 * ALT\_STD - 0,013 * COR\_11 + 0,126 * COR\_14 + 0,051 * COR\_24 + 0,035 * NO\_PATCH - 0,0002 * CV - 7,006 * MESTO\ 0 - 5,58 * MESTO\ 1 - 5,125 * MESTO\ 2 - 2,072 * MESTO\ 3 - 2,934 * MESTO\ 4 + 0 * MESTO\ 5$$

*Potápka malá (Tachybaptus ruficollis)*

Potápky se vyskytují víceméně na všech typech vod, kde se krmí menšími druhy ryb a bezobratlými (Hudec 1994). V rámci sledovaných lokalit však preferovaly větší vodní plochy (AREA51,  $p = 0,003$ ), s méně fragmentovanou okolní krajinou (NO\_PATCH,  $p = 0,047$ ) a spíše přehledným terénem bez křovinatých porostů (COR\_32,  $p = 0,021$ ). Hojně využívané říční úseky se nacházely ve větších aglomeracích (MESTO,  $p < 0,001$ ) a v nižších nadmořských výškách (ALT\_MEAN,  $p = 0,029$ ).

**Tab. 4.21a** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost potápky malé (*Tachybaptus ruficollis*) na sledovaných vodních plochách

| $R^2 = 22,3\%$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F      | p        |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|----------|
| AREA51_ha      | *Fixed          | 1            | 17,496       | 36,639      | 1,700       | 10,290 | 0,003 ** |
| COR_32         | *Fixed          | 1            | 9,351        | 95,804      | 1,708       | 5,474  | 0,021 *  |
| NO_PATCH       | Fixed           | 1            | 7,146        | 39,100      | 1,701       | 4,202  | 0,047 *  |
| {1} SITE       | Random          | 40           | 1,701        | 207,000     | 1,720       | 0,989  | 0,496    |

**Regresní rovnice 4.21a:**

$$Y_{S07} = 0,226 + 0,002 * AREA51 - 0,049 * COR\_32 - 0,012 * NO\_PATCH$$

**Tab. 4.21b** – výsledky analýzy kovariance s náhodnými efekty pro signifikantní vliv ( $p < 0,05$ ) proměnných prostředí na početnost potápky malé (*Tachybaptus ruficollis*) na sledovaných vodních tocích

| $R^2 = 46,3\%$<br>$\lambda = 0,02020$ | Effect<br>(F/R) | df<br>Effect | MS<br>Effect | df<br>Error | MS<br>Error | F     | p           |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|-------------|
| ALT_MEAN                              | *Fixed          | 1            | 75,263       | 43,617      | 14,804      | 5,084 | 0,029 *     |
| COR_11                                | *Fixed          | 1            | 53,369       | 44,436      | 14,578      | 3,661 | 0,062       |
| {1}MESTO                              | Fixed           | 5            | 82,939       | 43,328      | 14,887      | 5,571 | < 0,001 *** |
| {2} SITE                              | Random          | 44           | 14,697       | 249,000     | 5,536       | 2,655 | < 0,001     |

**Regresní rovnice 4.21a:**

$$f(Y_{S07}) = 2,926 - 0,002 * ALT\_MEAN - 0,035 * COR\_11 - 6,217 * MESTO\ 0 - 4,702 * MESTO\ 1 - 3,835 * MESTO\ 2 - 2,059 * MESTO\ 3 - 3,842 * MESTO\ 4 + 0 * MESTO\ 5$$

## 5. DISKUZE

Abundanci, druhovou diverzitu a prostorové rozšíření organismů určuje komplex faktorů prostředí abiotické, biotické i antropogenní povahy, které se navzájem prolínají. Geografickými metodami zdaleka nelze hodnotit všechny environmentální proměnné, jedná se zejména o biotické interakce, dostupnost potravních zdrojů či přímé vlivy člověka. Tato práce byla proto zaměřena na analýzu dopadů nejdiskutovanějších proměnných prostředí na zimující společenstva vodních druhů ptáků jako modelové skupiny organismů (např. Gosse *et al.* 1994, Sala *et al.* 2000, Donald *et al.* 2001, Walther *et al.* 2002).

### *Krajinný pokryv*

Databáze CORINE Land Cover poskytuje podrobné údaje o krajinném pokryvu na většině území Evropy již od 90., resp. 70. let. Změny ve využívání krajiny v České republice obecně odráží socio-ekonomický a politický vývoj státu. Mezi ně patří pokračující industrializace, doprovázená urbanizací a antropogenní tlak na ornou půdu, lesní komplexy a vodní a mokřadní systémy (Feranec *et al.* 2000). V hodnocených územích byla zjištěna patrná změna především v rozsahu orné půdy, kdy ve značném rozsahu docházelo ke zmenšování její rozlohy a zvětšování rozlohy směsic polí, luk a travních porostů. Tyto změny souvisí především se změnami v českém hospodářství, kdy se po ukončení komunistického režimu v roce 1989 výrazně omezil vstup anorganických hnojiv a pesticidů do půdy, čímž se snížila intenzita zemědělství. Rozsáhlé plochy orné půdy tak zůstávaly ladem a postupně zarůstali přirozenou vegetací (Boucníková & Kučera 2005, Reif *et al.* 2008b). V tomto období byla u nás zaznamenána nejvyšší extenzifikace zemědělské výroby v rámci celé Evropy (Feranec *et al.* 2010), přičemž k opouštění půdy docházelo zejména v méně příznivých oblastech (tzv. LFA - 'Less Favoured Areas') z důvodů nepříznivých půdně klimatických podmínek (Bičík *et al.* 2001, Boucníková & Kučera 2005).

Mezi roky 1990 a 2000 patřila Česká republika, společně s dalšími státy střední a východní Evropy, k zemím s nejnižší mírou urbanizace (Feranec *et al.* 2010). V okolí většiny sledovaných lokalit byl skutečně zaznamenán pouze mírný nárůst městské zástavby a průmyslových a dopravních zón a to především v období mezi lety 1990 a 2006. K výraznějším změnám rozsahu městské zástavby pak docházelo od 70. let do roku 1990 (viz přílohy č.3 a 4).

V okolí hodnocených lokalit nebyly dále zjištěny významnější změny v zastoupení lesních porostů, ačkoli právě deforestrace mezi 70. a 90. lety a naopak opětovné zarůstání opuštěných oblastí od 90. let měly na území České republiky významný charakter (Feranec *et al.* 2000, 2010). K rozsáhlejší změnám v lesním pokryvu však pravděpodobně nedocházelo v těsné blízkosti většiny vodních toků a ploch.

Na většině sledovaného území však od 70. let až do roku 2006 docházelo ke značnému nárůstu počtu krajinných plošek. Současné zmenšování velikosti těchto plošek vede k fragmentaci krajiny a jednotlivých habitatů. V evropské kulturní krajině má fragmentace habitatů mnoho příčin, patří mezi ně výstavba průmyslových zón, dopravní infrastruktury či změny v zemědělství (Jongman 2002). Vyšší fragmentace také souvisí s nárůstem počtu kategorií land cover, v České republice byl tento nárůst zaznamenán především v oblastech s rozvojem sub/urbanizace nebo dopravních služeb, ale také mezi lesními porosty, kde docházelo ke změnám kategorií lesa na přechodná stadia (Romportl *et al.* 2010). V okolí hodnocených lokalit byly však zjištěny jen mírné změny v počtu krajinných tříd, i přesto ale došlo na většině území k významnému zvyšování heterogenity krajiny, vyjádřené Shannonovým indexem diverzity. Na některých lokalitách pak byly zaznamenány protichůdné tendence, které byly zjištěny i v jiných oblastech na území České republiky (Romportl *et al.* 2010).

Jelikož změny krajinné struktury v daných lokalitách, ve větší či menší míře, odrážejí zmíněné změny krajiny na území celé České republiky (Feranec *et al.* 2000), zdá se, že velikost zón kolem lokalit byla zvolena adekvátně a může tak být vhodným ukazatelem pro následné statistické analýzy vztahu vegetačního krytu k diverzitě a abundanci vodních ptáků.

#### *Početnost vodních ptáků*

Údaje o početnosti vodních ptáků byly použity z databáze Mezinárodního sčítání vodních ptáků (IWC). Sběr těchto dat v rámci různých monitorovacích programů bývá z důvodů jejich značného objemu založen na spolupráci mnoha pracovníků, z řad profesionálních i amatérských ornitologů. Avšak právě vysoká heterogenita mezi sčitateli s sebou přináší také určitou míru subjektivity při hodnocení podmínek prostředí, determinaci správného druhu, či zaznamenávání údajů. Přes některé nedostatky však národní databáze mezinárodního sčítání vodních ptáků poskytuje na území České republiky nejkvalitnější a

nejdelší datovou řadu a je tak běžně využívána mnoha vědeckými pracovníky (např. Delany *et al.* 1999, Gilissen *et al.* 2002, Musilová *et al.* 2008,).

### ***Vliv podmínek prostředí***

Jako vysvětlující proměnné prostředí byly vybrány stálé vlastnosti reliéfu a charakter lokalit, dále krajinný pokryv a struktura krajiny měnící se mezi obdobími a povětrnostní podmínky popisující situaci pro každý rok. Hodnotit však vliv faktorů na celkové počty ptáků může být poněkud komplikované z důvodů odlišných a často i protichůdných potravních a habitatových nároků jednotlivých druhů (Snow & Perrins 1998). Vedle abundancí všech jedinců a celkového počtu druhů byly tedy pro hodnocení dopadu proměnných prostředí vybrány modelové druhy, u nichž mezi sledovanými obdobími docházelo k výrazným změnám početnosti a počtu obsazených lokalit (viz příloha č.7).

Pomocí RDA analýz byly vyjádřeny vztahy mezi modelovými druhy a environmentálními podmínkami. Z grafického zobrazení je patrné, že početnost jedinců jednotlivých druhů je na stojatých vodách určována převážně působením teploty, zatímco populace na řekách jsou řízeny spíše velikostí samotných stanovišť, či blízkostí urbánních ploch, které ptákům poskytují potřebný azyl a alternativní zdroje potravy. Tyto vztahy byly posléze z velké míry potvrzeny a podrobně popsány smíšenými modely s náhodnými efekty. Výsledky modelů ukázaly na významné závislosti početností vodních ptáků na povětrnostních podmínkách, ale i ostatních proměnných prostředí.

### ***Klima a povětrnostní podmínky***

Klimatickým změnám a jejich vlivu na zimující vodní druhy ptáků se věnovala již řada studií (např. Rehfish *et al.* 2004, Saino *et al.* 2004, Maclean *et al.* 2006, Rainio *et al.* 2006). Byly odhaleny četné dopady dlouhodobých změn klimatu (Austin & Rehfish 2005, Saino *et al.* 2004), ale i sezónních průběhů povětrnostních podmínek (Avilova 2008, Polakowski 2010). Předešlé práce, které se tímto tématem zabývaly na území České republiky, pracovaly převážně s průměrnou měsíční teplotou (Musil *et al.* 2008, Bílý *et al.* 2008), s indexem Severoatlantické oscilace (Najmanová & Adamík 2007, Musilová *et al.* 2009), či jednoduše s výsledky pozorování změn početnosti v chladných resp. v mírných zimách (např. Fiala 1980, Bergmann 1998). Přesto, že výsledky zimního sčítání vodních ptáků v lednovém termínu vycházejí ze zjištěných hodnot z jednoho určitého dne, je zajímavé, že dosud nebyl ve studiích zvažován dopad průběhu povětrnostních podmínek,

který tomuto dni předcházel. Navíc práce, které by hodnotily vliv klimatických podmínek v komplexu s dalšími faktory prostředí, jsou u nás velmi vzácné (Bílý *et al.* 2008).

Napříč celkovými počty jedinců i abundancemi druhů byl prokázán statisticky významný vztah k vyšším teplotám na stojatých vodách a naopak k záporným teplotám na vodních tocích. Je tedy zřejmé, že oscilace kolem zámrzové teploty bude hrát významnou roli v obsazenosti lokalit. Při trvání nízkých teplot jsou kvůli zamrznání stojatých vod ptáci nuceni opouštět stávající lokality a přesouvat se na nezamrzající říční toky. Již dříve byly v teplejších zimách pozorovány narůstající počty zjištěných jedinců i obsazených vodních ploch (Musil & Musilová 2011) a naopak zvyšující se počty ptáků zejména na městských říčních tocích v chladných zimách (Bergmann 1998, Pellantová 1998). Lepší zimní podmínky ve městech, částečně související s městským mikroklimatem, ptákům nabízí nezamrzající vody a více ploch bez sněhové pokrývky (Avilova 2008). Nižší predační tlak a bohaté antropogenní zdroje potravy vytváří příležitosti, které jsou atraktivní pro mnoho ptačích druhů (Guillemain *et al.* 2002). To potvrdily silné korelace celkových početností jedinců a druhů s velikostí města a přítomností městské zástavby podél sledovaných říčních toků. Z jednotlivých druhů byly nalezeny průkazné závislosti na přítomnosti městské zástavby podél vodních toků u kachny divoké (*Anas platyrhynchos*), racka chechtavého (*Larus ridibundus*) i bouřního (*Larus canus*), labutě velké (*Cygnus olor*) a lysky černé (*Fulica atra*). Těsné závislosti pak u poláka velkého (*Aythya ferina*). Jedná se o běžné druhy, které ve městech nachází přirozené i umělé zdroje potravy (Bílý *et al.* 2008). S výjimkou populace lysky černé však překvapivě nebyl u těchto druhů nalezen žádný vztah mezi zvyšujícími se počty na sledovaných říčních tocích a zápornými teplotami. To může být dáno více faktory. Např. potravní příležitosti racků zahrnují také skládky na periferiích měst a čističky odpadních vod, kde mohou trávit většinu dne, zachytitelnost jejich početnosti je pak poněkud komplikovaná. Navíc se zdá, že v příliš chladných zimách raci stanoviště spíše opouštějí (Bergmann 1998). V případě labutě velké se velmi často jedná o urbánní populace, které se shodují s městskými hnízdišti a během zimy tak nemusí být doplňovány většími počty jedinců zvenčí (Luniak 2004 ex Polakowski *et al.* 2010). Je však také možné, že ve velmi chladných obdobích se labutě koncentrují jen na poměrně malém počtu lokalit (Musil & Musilová 2011), které navíc nemusí být ve sledovaném výběru. Se snižující se teplotou by se však očekávalo masivní stěhování kachen divokých převážně na nezamrzající řeky uvnitř měst (Bergmann 1998, Bílý *et al.* 2008, Polakowski *et al.* 2010). To v této práci nebylo potvrzeno, při bližším zkoumání lze ale najít určité vztahy. V rámci všech lokalit byly zaznamenány nejvyšší

počty v chladném lednu 2006 na úseku Labe mezi Klavary a Osečkem. Řeka zde protéká přírodními rezervacemi Libického a Veltruského Luhu s četnými slepými rameny a pískovnamy. Při zámru těchto vodních ploch kachny pravděpodobně přelétají na zmíněný nezamrzající úsek Labe. Ještě významnější roli může hrát zámrz přibližně 10 km vzdáleného Žehuňského rybníku, který patří mezi lokality s nejvyšším počtem zaznamenávaných jedinců v rámci České republiky (Musilová *et al.* 2011). Mezi další lokality, kde byly zaznamenány velmi vysoké počty (opět v lednu 2006), patří nezamrzající úseky řeky Odry mezi Hrušovem v Ostravě a Antošovicemi, kam se kachny přemisťují nejspíše z četných vodních ploch v bezprostředním okolí, jako je Heřmanický rybník, štěrkovna Vrbice, či rybník Mžíkovec.

Nenalezené průkazné vztahy mezi nízkými teplotami a početnostmi těchto druhů na říčních tocích mohou také naznačovat fakt, že se ptáci ať již z důvodu lepší dostupnosti, či zvýšené konkurence přesouvají na stanoviště, které nebyly v této práci hodnoceny. Dále může za velmi chladných teplot docházet k jejich přesunu do teplejších oblastí. Ridgill & Fox (1999) prokázali posun západoevropských lysek a některých druhů kachen v chladnějších zimách na zimoviště jižním a jihozápadním směrem. Na našem území byly již dříve v tuhých zimách zaznamenány zvýšené počty severských druhů kachen (Musil & Musilová 2011), což lze vysvětlit právě přesunem ptáků ze severněji položených zimovišť. To potvrzuje i zjištěný průkazný vztah mezi nízkými teplotami a hojnějším výskytem morčáka velkého (*Mergus merganser*) a hohola severního (*Bucephala clangula*) na sledovaných úsecích říčních toků (Musil *et al.* 2008).

Jelikož v některých obdobích dochází v relativně krátkém časovém intervalu k náhlým výkyvům teploty, bylo testováno, zda může mít nestálost teplotních poměrů před datem sčítání vliv na početnosti vodních ptáků na sledovaných lokalitách. Pro tento ukazatel nebyl nalezen žádný průkazný vztah. Krátkodobé výkyvy teplot nejspíše nestačí významně ovlivnit podmínky stanovišť zejména z hlediska jejich zamrznání, resp. tání ledu. Zdá se tedy, že početnosti vodních ptáků a zastoupení jednotlivých druhů na tekoucích i stojatých vodách významně ovlivňuje průměrná teplota, nikoli však variabilita teplotních podmínek v předcházejícím období. Je ale také možné, že variační koeficient, popisující kolísání teplot, nebyl zvolen zcela vhodně a vyjádření chodu teplot v předešlém období by lépe vystihnul jiný index.

Jako další ukazatel povětrnostních podmínek vstupující do analýz byla zvolena výška sněhové pokrývky. Očekávalo se, že by býložravé druhy vodních ptáků, zejména pak husy (Madsen *et al.* 2007, Musil *et al.* 2008), mohly být ovlivňovány vysokou



sněhovou pokrývkou, která by je omezovala ve hledání potravy na polích a pastvinách. Ani pro tento index však v podstatě nebyly nalezeny žádné průkazné vztahy. Výjimku tvořil překvapivě kladný vztah početnosti ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*) a lysky černé (*Fulica atra*) k výšce sněhové pokrývky. Meteorologické stanice, ze kterých jsou údaje o výšce sněhu získávány, většinou postihují situaci na více lokalitách zároveň. Nový sníh, který do jisté míry koreluje s klesající teplotou, může naznačovat zamrzání stojatých vod, což má za následek přesun na vhodnější stanoviště, tedy vodní tok. Ačkoli z důvodů snížení dopadů jisté subjektivity měření, do analýz vstupovaly kumulované kategorie výšky sněhu namísto absolutní výšky sněhové pokrývky, není zde vyloučena určitá regionalita. Tzn., že v okolí hodnocené lokality může být podstatně odlišná výška sněhové pokrývky, než jaká byla naměřena na meteorologické stanici. Navíc např. husy mohou přelétat na vzdálenější pastviny (Vickery & Gill 1999) s minimální sněhovou pokrývkou a na odpočinek se vrátit na původní lokalitu. Sledovaná zóna okolí sčítacích lokalit tak nemusí zcela popisovat potravní návyky druhu.

To, že nebyly prokázány závislosti na výšce sněhové pokrývky ani u dalších býložravých druhů vodních ptáků (zejména u labutě velké a kachny divoké), lze vysvětlit tím, že na rozdíl od hus dokážou tyto druhy využívat i jiných zdrojů potravy jako jsou vodní rostliny, či krmení lidmi ve městech (Šťastný *et al.* 2006, Polakowski *et al.* 2010)

#### *Vliv struktury krajiny*

Databáze CORINE Land Cover našla na našem území velmi široké uplatnění, mimo jiné např. v monitoringu změn biodiverzity (např. Romportl *et al.* 2008) či určování typu a skladby ptačích habitatů (Štorch & Šizling 2002, Štorch *et al.* 2003, Reif *et al.* 2011). Pro hodnocení dopadu krajinného pokryvu na zimující populace vodních ptáků však bylo její použití dosud opomíjeno.

Mezi jednotlivými obdobími (1970, 1990 a 2006) docházelo ve stanovených zónách sčítacích lokalit k průkazným změnám v krajinném pokryvu i jeho struktury. Nepřekvapí, že druhová diverzita zimujících populací vodních ptáků významně korelovala s přítomností mokřadních ekosystémů či rozsahem městské zástavby. Zajímavější je pak zjištěná průkazná závislost vyššího zastoupení druhů na stanovištích s větším počtem krajinných plošek v jejich okolí. Ačkoliv zmenšování souvislého habitatu vede k úbytku stanovištních specialistů (Edenius and Sjöberg 1997), může přesto napomáhat přítomnosti kosmopolitních druhů. Vysoká diverzita druhů ve vysoce heterogenních krajinách tak

může být příčinou zvýšené přítomnosti generalistů (Andrén 1994). Celkový počet druhů napříč habitaty může v dané krajině narůst, pokud jsou uvnitř souvislého stanoviště vytvořeny nové plošky, které obývají nové druhy, dokonce i tehdy, kdy jde o uměle vytvořené plochy (Andrén 1994). V případě vodních ptáků, pro něž je z hlediska potravy zásadní převážně samotná vodní plocha, však může být situace mnohem jednodušší. Většina vodních druhů, u kterých byly zjištěny průkazné závislosti na počtu plošek (kachna divoká, labuť velká, slípka zelenonohá) a na Shannonově indexu diverzity vyjadřujícím heterogenitu krajiny (kormorán velký, labuť velká, lyska černá), je, především v chladných zimách, vázána na urbánní prostředí (výše zmíněné průkazné vztahy). A právě tyto ekosystémy jsou typické vysoce fragmentovanou, heterogenní krajinou (Jokimaki 1999). Nezdá se tedy, že by vodní ptáci vyhledávaly heterogenější krajinu, ale spíše tepelný komfort a alternativní zdroje potravy v městském prostředí.

Významné korelace s počtem plošek byly dále nalezeny u husy velké a běločelé. Početnosti hus zároveň průkazně korelovaly se zastoupením trvalých plodin v okolí lokalit. Jelikož nejpočetnějšími zimovišti jsou jihomoravské lokality, v jejichž okolí se nachází právě četné vinice a ovocné sady, je možné, že výběr lokality je řízen odlišnými faktory. Navíc nebyla zjištěna žádná korelace s přítomností pastvin či orné půdy ve stanovených zónách lokalit. Ačkoli je snaha minimalizovat přeletovou vzdálenost z důvodu úspory energie, Hill & Frederick (1997) zjistili, že průměrná vzdálenost, kterou husy přelétaly za potravou, činila 5 km. Tuto vzdálenost potvrdili také Vickery & Gill (1999). Je tedy zřejmé, že pro hodnocení vlivu struktury krajiny na početnost hus by bylo zapotřebí stanovit větší zónu okolo sčítacích lokalit.

Mezi dalšími býložravými druhy, u kterých byl očekáván vztah s přítomností polí a luk, byla labuť velká a kachna divoká (Snow & Perrins 1998). Ani v případě labutí však nebyla nalezena žádná průkazná závislost, nejspíše z podobných důvodů, jaké byly naznačeny u hus. Jediný druh, u kterého se prokázala korelace s přítomností smíšených zemědělských oblastí ve stanovených zónách sčítacích lokalit, tak byla kachna divoká.

Ze zmíněných výsledků je parné, že celková početnost ptáků, druhová diverzita i početnosti jednotlivých druhů významně korelovaly s celou škálou typů krajinného pokryvu. Byly nalezeny průkazné závislosti na uměle přetvořených površích, zemědělských oblastech i přítomnosti mokřadů, nikoli však na lesních ekosystémech. Ze vztahů zimujících populací vodních ptáků k okolní krajině se však zdá, že přítomnost lesa poblíž lokalit není pro výskyt vodních druhů ptáků důležitá.

Díky rozloze nejmenší mapované jednotky 25 ha není možné, aby databáze CLC postihla všechny potencionálně důležité prvky v krajině. Příbřežní vegetace, jako jeden z aspektů, může ovlivňovat výskyt mnoha druhů. Některé druhy preferují nízkou vegetaci, umožňující lepší viditelnost a pohyblivost a tím i snadnější detekci a ochranu před predátory. Jiné druhy zase vyhledávají vyšší stromy poskytující úkryt před disturbancemi a termální komfort v zimě, ale také vyvýšenou pozici, odkud mohou pozorovat kořist (Traut & Hostetler 2004). Navíc struktura krajiny v okolí lokalit nemusí plně odpovídat potravním preferencím některých druhů plovavých kachen, které využívají značnou část noci k hledání potravy a mohou tak odlétat na příhodnější stanoviště mimo zóny sledovaných lokalit (Guillemain *et al.* 2002). Přesto patří použitá data z databáze CLC mezi nenahraditelné podklady základní analýzy krajinného pokryvu v širším okolí sčítacích lokalit.

### *Vliv reliéfu*

Posledním typem environmentálních proměnných, jež byly hodnoceny, jsou neměnné vlastnosti reliéfu a charakter lokalit. Ty byly vyjádřeny průměrnou nadmořskou výškou, vertikální heterogenitou terénu zastoupenou směrodatnou odchylkou, celkovou rozlohou vodních ploch a dále průměrnou hloubkou nádrží a délkou říčních úseků. V rámci jednotlivých druhů byly postupně prokázány vlivy všech vybraných proměnných a tím i otestována vhodnost jejich volby. Nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím početnosti a zastoupení druhů vodních ptáků na sledovaných lokalitách byla jednoznačně jejich velikost, resp. celková rozloha všech vodních ploch ve stanovených zónách sčítacích lokalit. Je zřejmé, že vzhledem k vyšší úživnosti a většímu množství úkrytových možností tato stanoviště představují pro většinu vodních ptáků vhodnější prostředí. Velikost území se stává důležitým faktorem souvisejícím s gradientem druhového složení a početností vodních ptáků (Guadagnin *et al.* 2005).

Nejen rozloha lokality, ale také její nadmořská výška průkazně korelovala s abundancemi a druhovou diverzitou ptáků. Z výsledků je patrná preference nížeji položených stanovišť. Nížinné oblasti jsou charakteristické mírnějšími klimatickými podmínkami, přítomností větších vodních ploch, rybničních soustav a pomalu tekoucích řek. Takové podmínky jsou pro vodní ptáky atraktivní a proto ani jejich výskyt v nižších nadmořských výškách není zvláště překvapivý. Ne pro všechny druhy však byl nalezen významný vztah. Např. u kachny divoké nebyla patrná žádná korelace s nižší nadmořskou

výškou. Tento druh je hojně rozšířený a vyskytuje se téměř na celém území České republiky (Musil & Musilová 2011), nejvyšší počty byly přesto zaznamenány na hlubokých vodních nádržích v nižších nadmořských výškách, jako je v.n. Rozkoš či štěrkopískovna Donbas u Tovačova.

Pro členitost terénu, resp. jeho vertikální heterogenitu, jako další z prediktorů, nebyl nalezen žádný průkazný vztah. Významné vztahy byly objeveny pouze u několika druhů, konkrétně u morčáka velkého, racka chechtavého (kladná závislost) a dále slípky zelenonohé a ledňáčka říčního (negativní závislost). Vzhledem k potravním zvyklostem jednotlivých druhů je však možné, že se za těmito vztahy skrývají významnější vlivy jiných faktorů. V rámci hodnocených lokalit byl zaznamenán nejhojnější výskyt racků na nezamrzajících říčních úsecích v centru Prahy a Ústí nad Labem. Tyto lokality se skutečně nachází ve velmi členitém terénu, kde dochází ke značným výškovým rozdílům, patrně však přítomnost bohatých zdrojů potravy zejména antropogenního původu je tím určujícím faktorem (Bílý *et al.* 2008). To potvrzuje i jejich průkazná závislost na velikosti města a přítomnosti městské zástavby podél toku. Naopak významný vztah ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*) k lokalitám v rovinatém terénu může souhlasit s jeho habitatovými preferencemi. Ledňáčci se vyskytují na březích pomaleji tekoucích, meandrujících potoků a řek, ale i nezamrzajících rybníků a jezer s velmi čistou vodou a hojností malých ryb (Hudec 1994). Ledňáčci jsou poměrně teritoriální a na sčítacích lokalitách se pohromadě většinou vyskytuje maximálně několik jedinců. Přesto bylo na říčním úseku Kyjovky mezi Písečným a Jarohněvickým rybníkem zaznamenáno 13 exemplářů. Jednalo se však o lednové sčítání v roce 2006, kdy se sem za trvajících velmi nízkých teplot ledňáčci přesunuli ze zamrzlých přilehlých rybníčních soustav a pravděpodobně i ze širšího okolí. Je patrné, že v případě méně zastoupených druhů jako je ledňáček, je možné pomocí charakteru lokality popsat výskyt, méně však už jejich početnosti. Ty jsou zřejmě řízeny převážně povětrnostními podmínkami.

Mezi další statisticky významné neměnné faktory prostředí se řadí hloubka vodních ploch. Průkazné závislosti byly zjištěny u abundance ptáků, druhové diverzity i početností mnoha druhů. Je třeba si uvědomit, že mezi nejhojněji využívané lokality patří právě velké vodní nádrže, kde často hraje významnější roli rozloha vodní plochy než hloubka samotná. Ta přesto ovlivňuje rychlost zámrazu lokalit, a zatímco malé rybníky zamrznou, část volné hladiny na těchto lokalitách může stále hostit vysoké abundance. Překvapivé jsou pak zjištěné protichůdné vztahy mezi některými druhy a délkami říčních úseků. Významnou závislost vyšších početností racka chechtavého (*Larus ridibundus*) a poláka chocholačky

(*Aythya fuligula*) na kratších úsecích vodních toků lze vysvětlit jejich vysokou početností na řece Vltavě v Praze, kde se sčítané úseky řadí mezi nejkratší. Pražské lokality již dlouhodobě patří mezi nejvýznamnější zimoviště těchto druhů na území České republiky (Bergmann 1996, Musil & Musilová 2011).

Ačkoli je celková abundance a druhová diverzita vodních ptáků na stanovištích do určité míry podmíněna biotickými interakcemi a vztahy, které nelze postihnout použitými metodami (např. Belovsky 1978, Haas *et al.* 2007), důležitou část variability druhových dat lze vysvětlit zmíněnými environmentálními proměnnými.

## 6. ZÁVĚR

Existuje řada faktorů prostředí, které mohou ovlivňovat živé organismy skrze prostorové aspekty šíření a jejich populační dynamiku. Různé druhy organismů mohou na tyto faktory reagovat odlišným způsobem, což vede k nepředvídatelným dopadům, jež vyžadují naši pozornost. Princip vlivů fyzicko-geografického prostředí na vodní avifaunu není zdaleka znám a vyžaduje tak práci odborníků z více vědních oborů. Navíc hodnocení vlivů prostředí na tuto modelovou skupinu organismů za využití geografických metod bylo doposud opomíjeno.

V první části práce byl dle dostupné literatury charakterizován vliv nejdůležitějších faktorů prostředí na indikační skupinu. V druhé části pak byla zpracována dostupná data o fyzicko-geografickém prostředí a vybrané výsledky z databáze Mezinárodního sčítání a byla tak vytvořena obsáhlá databáze integrující data geografické i biologické povahy. Následně byly provedeny statistické analýzy vlivu podmínek prostředí na změny abundance a diverzity vodních druhů ptáků. Výsledky ukázaly významné souvislosti s povětrnostními podmínkami i ostatními environmentálními proměnnými. Pomocí mnohorozměrných analýz bylo odhaleno, že početnost jedinců jednotlivých druhů na stojatých vodách byla určována převážně teplotou, zatímco zimující populace na říčních tocích byly řízeny spíše velikostí samotných stanovišť a blízkostí urbánních ploch poskytujících ptákům alternativní zdroje potravy i dostatek nezamrzajících vod. Přesto se zdá, že početnosti vodních ptáků a zastoupení jednotlivých druhů na tekoucích i stojatých vodách významně ovlivňuje průměrná teplota, nikoli však variabilita teplotních podmínek v období předcházejícím sčítání. Vliv výšky sněhové pokrývky nebyl prokázán u žádného z býložravých druhů vodních ptáků, přesto se v případě hus, které jsou na travách a polních plodinách závislé, může jednat o důležitý faktor, na který by měla být v budoucnu zaměřena větší pozornost.

Změny krajinného pokryvu ve stanovených zónách kolem lokalit následovaly změny krajiny na území České republiky a dokázaly tak odhalit habitatové preference mnoha druhů. Pro vybrané krajinné indikátory, popisující diverzitu krajiny, byly nalezeny významné vztahy s početnostmi vodních druhů ptáků, které se běžně vyskytují ve fragmentované heterogenní krajině. Použití databáze CORINE Land Cover se tak pro hodnocení dopadu krajinného pokryvu na zimující populace vodních ptáků ukázalo jako vhodné. Pro detailnější hodnocení vlivu struktury krajiny by však bylo vhodné uvažovat i příbřežní vegetaci, která v databázi CLC není zahrnuta.

I přesto se vybrané proměnné prostředí významnou měrou podílely na vysvětlení variability druhových dat. Výsledky této práce jsou tak nedílnou součástí komplexního grantového projektu VaV MŽP hodnotícího vliv proměnných prostředí na dlouhodobé změny početnosti a distribuce vodních ptáků v České republice. V důsledku změn podmínek prostředí lze v budoucnu očekávat jisté změny v rozšíření vodních druhů ptáků, zpracované výsledky tak mohou přispět k bližšímu poznání a ochraně těchto druhů.

## POUŽITÉ ZDROJE

- AHOLA, M., LAAKSONEN, T., SIPPOLA, K., EEVA, T., RAINIO, K., LEHIKONEN, E. (2004): Variation in climate warming along the migration route uncouples arrival and breeding dates. *Global Change Biology* **10**, 1610-1617.
- ANDRÉN, H. (1994): Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* **71**, 355–366.
- AUSTIN, G. AND REHFISCH, M.M., (2003): The likely impact of sea level rise on waders (Charadrii) wintering on estuaries. *Journal for Nature Conservation* **11**, 43-58.
- AVILOVA, K.V. (2008): Number of waterfowl wintering in Moscow (1985-2004): dependence on climate conditions. *Revista Catalana d'Ornitologia* **24**, 71-78.
- BARKER, R. J., HINES, J. E., NICHOLS, J. D. (1991): Effect of hunting on annual survival of Grey Ducks in New Zealand. *The Journal of Wildlife Management* **55**, 260-265.
- BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R. (1996): *Ecology*. Third Edition. Blackwell Science Ltd. Access online from <<http://books.google.com/>>.
- BELLAMY, P. E., HINSLEY, S.A. & NEWTON, I. (1996): Factors influencing bird species numbers in small woods in south-east England. *Journal of Applied Ecology* **33**, 249-262.
- BELOVSKY, G. E. (1978): Diet optimization in a generalist herbivore: the moose. *Theoretical Population Biology* **14**, 105-134.
- BERGMANN, P. (1996): Wintering of diving ducks (*Aythya spec.* and *Bucephala clangula*) on Vltava River in Prague. *Sylvia* **32**, 1-18.
- BERGMANN, P. (1998): Effect of climatic conditions on wintering water birds. *Sylvia* **34**, 40-52.
- BIČÍK, I., JELEČEK, L., ŠTĚPÁNEK, V. (2001): Land-use changes and their social driving forces in Czechia in 19th and 20th centuries. *Land Use Policy* **18**, 65-73.
- BÍLÝ, M., MOURKOVÁ, J., BERGMANN, P. (2008): Spatial distribution and habitat preferences of wintering waterfowl in Central Bohemia. *Acta zool. hung.* **54**, 95-109.
- BOTH, CH. & WISSER, M. E. (2001): Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* **411**, 296-298.
- BOUCNÍKOVÁ, E. & KUČERA, T. (2005): How natural and cultural aspects influence land cover changes in the Czech Republic? *Ekológia (Bratislava)* **24**, Supplement 1.
- BROMMER, J. A. (2004): The range margins of northern birds shift polewards. *Ann. Zool. Fennici* **41**, 391-397.
- CRICK, H. Q. P. (2004): The impact of climate change on birds. *Ibis* **146**, 48-56.
- CEPÁK, J., KLVAŇA, P., ŠKOPEK, J., SCHRÖPFER, L., JELÍNEK, M., HOŘÁK, D., FORMÁNEK, J., ZÁRYBNICKÝ, J. (2008): *Atlas migrace ptáků České a slovenské republiky*. Praha: Aventinum s.r.o.
- CRICK, H. Q. P. (2004): The impact of climate change on birds. *Ibis* **146**, 48-56.
- DAVIS, A. J., JENKINSON, L. S., LAWTON, J. H., SHORROCKS, B., WOOD, S. (1998): Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming. *Nature* **391**, 783-786.
- DELANY, S., REYES, C., HUBERT, E., PIHL, S., REES, E., HAANSTRA, L. & VAN STRIEN, A. (1999): Results of the International Waterbird Census in the Western Palearctic and Southwest Asia, 1995 and 1996. *Wetlands International Publication No.54 Wageningen, The Netherlands*.
- DEN BOER, P. J. (1981): On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia* **50**, 39-53.
- DONALD, P. F., GREEN, R. E. & HEALTH, M. F. (2001): Agriculture intensification and the collapse of Europe's farmland bird population. *Proc. R. Soc. Lond. B* **268**, 25-29.
- DONALD, P. F., SANDERSON, F. J., BURFIELD, I. J. & VAN BOMMEL, F. P. J. (2006): Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990-2000. *Agriculture, Ecosystem & Environment* **116**, 189-196.
- DUNN, P., O. & WINKLER, D. W. (1999): Climate change effect on breeding date in tree swallows. *Proc. R. Soc. Lond. B* **266**, 2487-2490.
- EASTERLING, D. R., HORTON, B., JONES, P. D., PETERSON, T. C., KARL, T. R., PARKER, D. E., SALINGER, M. J., RAZUVAYEV, V., PLUMMER, N., JAMASON, P., FOLLAND, CH. K. (1997): Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science* **277**, 364-367.
- EEA REPORT (2006): Land Accounts for Europe 1990-2000. Towards integrated land and ecosystem accounting. *European Environment Agency*.



- EDENIUS, L. & SJÖLBERG, K. (1997): Distribution of birds in natural landscape mosaics of old-growth forests in northern Sweden: relations to habitat area and landscape context. *Ecography* **20**, 425–431.
- ELKINS, N. (1988): *Weather and bird behaviour*, Second edition. T. and A.D. Poyser, Calton ex SPARKS, T. H., CRICK, H., ELKINS, N., MOSS, R., MOSS, S., MYLNE, K. (2002): Birds, weather and climate. *Weather* **57**, 399–410.
- FAHRIG, L. (1997): Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *Journal of Wildlife Management* **61**, 603–610.
- FAHRIG, L. (1998): When does fragmentation of breeding habitat affect population survival? *Ecological Modelling* **105**, 273–292.
- FAHRIG, L. & MERRIAM, G. (1994): Conservation of fragmented populations. *Conservation Biology* **8**, 50–59.
- FERANEC, J., MARCEL, Š, OŤAHEL, J., CEBEAU, T., KOLÁŘ, J., SOUKUP, T., ZDEŇKOVÁ, D., WASZMUTH, J., VÂJDEA, V., VÎJDEA, A.-M., NITICA, C. (2000). Inventory of major landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic 1970s–1990s. *JAG* **2**, 129–139.
- FERANEC, J., JAFFRAIN, G., SOUKUP, T., HAZEU, G. (2010): Determining changes and flows in European landscapes 1990–2000 using CORINE land cover data. *Applied Geography* **30**, 19–35.
- FIALA, V. (1980): Changes in winter numbers of the Mallard (*Anas platyrhynchos*) in the Czech Socialist Republic 1970–71 – 1977–78. *Folia Zoologica* **29**, 251–266.
- FIALA, V. (1998): Změny v ptactvu Náměšťských rybníků v období 1885 – 1997. *Zprávy MOS* **56**, 99–119.
- FIALA, V. (2008): Náměšťské rybníky a jejich ptactvo 1885–2008. Pobočka ČSO na Vysočině, Jihlava.
- FORCHHAMMER, M. C., POST, E., STENSETH, N. CH. (2002): North Atlantic Oscillation timing of long- and short-distance migration. *Journal of Animal Ecology* **71**, 1002–1014.
- FOX, A. D. & MADSEN, J. (1997): Behavioural and distributional effects of hunting disturbance on waterbirds in Europe. *Journal of Applied Ecology* **34**, 1–13.
- FOX, A.D., MADSEN, J., BOYD, H., KUIJKEN, E., NORRIS, D.W., TOMBRE, I.M. & STROUD, D.A. (2005): Effects of agricultural change on abundance, fitness components and distribution of two arctic-nesting goose populations. *Global Change Biology* **11**, 881–893.
- FULLER, R. J., GREGORY, R. D., GIBBONS, D. W., MARCHANT, J. H., WILSON, J. D., CARTER, N. (1995): Population declines and range contraction among lowland farmland birds in Britain. *Conservation Biology* **9**, 1425–1441.
- GILISSEN N., HAANSTRA L., DELANY S., BOERE G. & HAGEMEIJER W. (2002): Numbers and distribution of wintering waterbirds in the Western Palearctic and Southwest Asia in 1987, 1988 and 1999. Results from the International Waterbird Census. *Wetlands International Global Series No 11, Wageningen, The Netherlands*.
- GOSSE, J., MONTEVECCHI, W., SETTERINGTON, M., WHITAKER, D. (1994): Birds as bio-indicators in Western Newfoundland Forest. *Model Forest Network*. WNMF Resource Library. Project No: 2-205-005.
- GRUBB, T. C. & GREENWALD, L. (1982): Sparrows and a brushpile: a foraging responses to different combinations of predation risk and energy cost. *Animal Behaviour* **30**, 627–642.
- GUADAGNIN, D.L., PETER, A.S., PERELLO, L.F.C. & MALTCHIK, L. (2005): Spatial and temporal patterns of waterbird assemblages in fragmented wetlands of southern Brazil. *Waterbirds* **28**, 261–272.
- GUILLEMAIN, M., FRITZ, H. & DUNCAN, P. (2002): Foraging strategies of granivorous dabbling ducks wintering in protected areas of the French Atlantic coast. *Biodiversity and Conservation* **11**, 1721–1732.
- HAILA, Y. & HANSKI, I. (1984): Methodology for studying the effects of habitat fragmentation on land birds. *Annales Zoologici Fennici* **21**, 393–397.
- HAILS, A.J., ed. (1997): *Wetlands, biodiversity and the Ramsar Convention: The role of the Convention on wetlands in the conservation and wise use of biodiversity*. Ramsar Convention Bureau, Ministry of Environment and Forest, India. Illustrated HTML at [http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-pubs-books-wetlands-biodiversity-21181/main/ramsar/1-30-101^21181\\_4000\\_0\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-pubs-books-wetlands-biodiversity-21181/main/ramsar/1-30-101^21181_4000_0__).
- HAAS, K., KÖHLER, U., DIEHL, S., KÖHLER, P., DIETRICH, S., HOLLER, S., JAENSCH, A., NIEDERMAIER, M. & VILSMEIER, J. (2007): Influence of fish on habitat choice of water birds: a whole system experiment. *Ecology* **88**(11), 2915–2925.
- HILL, M.R.J. & FREDERICK, R.B. (1997): Winter movements and habitat use by Greater Snow Geese. *The Journal of Wildlife Management* **61** (4), 1213–1221.
- HOBSON, K. A. & BAYNE, E. (2000): Effects of forest fragmentation by agriculture on avian communities in the southern boreal mixedwoods of western Canada. *Wilson Bulletin* **112**(3), 373–387.
- HOSTETLER, M.E., KNOWLES-YANEZ, K. (2003): Land use, scale and bird distributions in the Phoenix metropolitan area. *Landscape Urban Plann.* **62**, 55–68.

- HUBÁLEK, Z. & ČAPEK, M. (2008): Migration distance and the effect of North Atlantic Oscillation on the spring arrival of birds in Central Europe. *Folia Zool.* **57**(3), 212-220.
- HUDEK, K., ed. (1994): *Fauna ČR a SR. Ptáci 1*. Academia Praha.
- HUIN, N. & SPARKS, T. H. (1998): Arrival and progression of the Swallow *Hirundo rustica* through Britain. *Bird Study* **45**, 361-370.
- HUNTLEY, B., COLLINGHAM, Y. C., GREEN, R. E., HILTON, G. M., RAHBK, C., WILLIS, S. G. (2006): Potential impacts of climate change upon geographical distribution of birds. *Ibis* **148**, 8-28.
- HUNTLEY, B., COLLINGHAM, Y. C., WILLIS, S. G., GREEN, R. E. (2008): Potential impacts of climatic change on European breeding birds. *Plos One* **1**, 1-11.
- HÜPPOP, O. & HÜPPOP, K. (2003): North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. *Proc. R. Soc. Lond. B* **270**, 233-240.
- HURREL, J. W. & VAN LOON, H. (1997): Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation. *Climatic Change* **36**, 301-326.
- CHAMBERLAIN, D. E., FULLER, R. J., BUNCE, R. G. H., DUCKWORTH, J. C., SHRUBB, M. (2000): Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agriculture intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology* **37**, 771-788.
- JAERVINEN, A. (1996): Correlation between egg size and clutch size in the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca* in cold and warm summers. *Ibis* **138**, 620-623.
- JENNI, L. & KÉRY, M. (2003): Timing of autumn bird migration under climate change: advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. *Proc. R. Soc. Lond. B* **270**, 1467-1471.
- JIGUET, F., JULLIARD, R., THOMAS, CH. D., DEHORTER, O., NEWSON, S. E., COUVET, D. (2006): Thermal range predicts bird population resilience to extreme high temperatures. *Ecology Letters* **9**, 1321-1330.
- JIGUET, F., GADOT JOKIMÄKI, J., A.-S., JULLIARD, R., NEWSON, S. E., COUVET, D. (2007): Climate envelope, life history traits and the resilience of birds facing global change. *Global Change Biology* **13**, 1672-1684.
- JOKIMÄKI, J. (1996): Patterns of bird communities in urban environments. PhD Thesis, *Arctic Centre Reports* **16**. University of Lapland, Rovaniemi, Finland ex JOKIMÄKI, J. & SUHONEN, J. (1998). Distribution and habitat selection of wintering birds in urban environments. *Landscape and Urban Planning* **39**, 253-263.
- JOKIMÄKI, J. & SUHONEN, J. (1998). Distribution and habitat selection of wintering birds in urban environments. *Landscape and Urban Planning* **39**, 253-263.
- JOKIMÄKI, J. (1999): Occurrence of breeding bird species in urban parks: Effects of park structure and broad-scale variables. *Urban Ecosystems* **3**, 21-34.
- JONGMAN, R.H.G. (2002): Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and Urban Planning* **58**, 211-221.
- JONZÉN, N., LINDÉN, A., ERGON, T., KNUDSEN, E., VIK, J. O., RUBOLINI, D., PIACENTINI, D., BRINCH, CH., SPINA, F., KARLSSON, L., STERVANDER, M., ANDERSSON, A., WALDENSTRÖM, J., LEHIKONEN, A., EDVARSEN, E., SOLVANG, R., STENSETH, N. CH. (2006): Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds. *Science* **312**, 1959-1961.
- JONZÉN, N., HEDENSTRÖM, A., LUNDBERG, P. (2007): Climate change and the optimal arrival of migratory birds. *Proc. R. Soc. Lond. B* **274**, 269-274.
- JULLIARD, R., JIGUET, F., COUVET, D. (2003): Common birds facing global changes: what makes a species at risk? *Global Change Biology* **10**, 148-154.
- LIMA, S. L. & DILL, L. M. (1990): Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can. J. Zool.* **68**, 619-640.
- KAMINSKI, R.M. & WELLER, M.W. (1992): Breeding habitats of nearctic waterfowl. *Ecology and management of breeding waterfowl*, pp. 568-589. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN, USA ex MALLORY, M. L., VENIER, L. A., MCKENNEY, D. (2003): Winter weather and waterfowl surveys in north-western Ontario, Canada. *Journal of Biogeography* **30**, 441-448.
- KAREIVA, P. (1987): Habitat fragmentation and the stability of predator-prey interactions. *Nature* **326**, 388-390.
- KLEIN, M. L., HUMPHREY, S. R., PERCIVAL, H. F. (1995): Effects of ecotourism on distribution of waterbirds in a wildlife refuge. *Conservation Biology* **9**, 1454-1465.
- LEMOINE, N., BAUER, H.-G., PEINTINGER, M., BÖHNING-GAESE, K. (2007): Effects of climate and land-use change on species abundance in a central European bird community. *Conservation Biology* **21**, 495-503.
- LIMA, S. L. & DILL, L. M. (1990): Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can. J. Zool.* **68**, 619-640.

- LIU, H., ZHANG, S., LI, Z., LU, X., YANG, Q. (2004): Impacts on wetlands of large-scale land-use changes by agricultural development: The Small Sanjiang Plain, China. *Ambio* **33**, 306-310.
- LUNIAK, M. (2004): Synurbanization – adaptation of animal wildlife to urban development. In: Shaw, W.W., Harris, K.L., Van Druff, L., (Ed.). *Urban wildlife conservation*. Proceedings of the 4-th International Urban Wildlife Symposium: 50–55. University of Arizona, Tucson, U.S. ex POLAKOWSKI, M., SKIERCZYŃSKI, M. & BRONISZEWSKA, M. (2010): Effect of urbanization and feeding intensity on the distribution of wintering Mallards *Anas platyrhynchos* in NE Poland. *Ornis Svecica* **20**, 76-80.
- MA, Z., LI, B., ZHAO, B., JING, K., TANG, S., CHEN, J. (2004): Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds? A case study on Chongming Island, China. *Biodiversity and Conservation* **13**, 333-350.
- MADSEN, J. (1986): Danske rastepladser for ges. Skov-og Naturstyrelsen, Miljøministeriet, Denmark. ex FOX, A. D. & MADSEN, J. (1997): Behavioural and distributional effects of hunting disturbance on waterbirds in Europe. *Journal of Applied Ecology* **34**, 1-13.
- MADSEN, J. (1995): Impacts of disturbance on migratory waterfowl. *Ibis* **1**.
- MADSEN J, CRACKNELL G, FOX AD, eds (1999): Goose Populations of the Western Palearctic. A Review of Status and Distribution. Wetlands International Publication 48. Wetlands International/ National Environmental Research Institute, Wageningen, the Netherlands/Randø, Denmark. ex FOX, A.D., MADSEN, J., BOYD, H., KUIJKEN, E., NORRIS, D.W., TOMBRE, I.M. & STROUD, D.A. (2005): Effects of agricultural change on abundance, fitness components and distribution of two arctic-nesting goose populations. *Global Change Biology* **11**, 881-893.
- MADSEN, J., TAMSTORF, M., KLAASEN, M., EIDE, N., GLAHDER, CH., RIGÉT, F., NYEGAARD, H., COTTAR, F. (2007): Effects of snow cover on the timing and success of reproduction in high-Arctic pink-footed geese *Anser brachyrhynchus*. *Polar Biology* **30**, 1363-1372.
- MACLEAN, I.M.D., BURTON, N.H.K. & AUSTIN, G.E. (2006): Declines in over-wintering diving ducks at Lough Neagh: comparisons of within site, regional, national and European trends. In *BTO Research Report*, vol. **432**. Thetford: British Trust for Ornithology
- MARRA, P. P., FRANCIS, CH. M., MULVIHILL, R. S., MOORE, F. R. (2005): The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. *Oecologia* **142**, 307-315.
- MASON, C. F. (1995): Long-term trends in the arrival dates of spring migrants. *Bird Study* **42**, 182-189.
- MEFFE, G. K., CAROLL, C. R., GROOM M. J. (1997): *Principles of conservation biology*. 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland Massachusetts. Dostupné také online z <<http://books.google.com/>>.
- MIDGLEY, G. F., HANNAH, L., MILLAR, D., RUTHERFORD, M. C., POWRIE, L. W. (2002): Assessing the vulnerability of species richness to anthropogenic climate change in a biodiversity hotspot. *Global Ecology & Biogeography* **11**, 445-451.
- MILLS, S. G., DUNNING, J. B. JR., BATES, J. M. (1989): Effects of urbanization on breeding bird community structure in south-western desert habitats. *Condor* **91**, 416-428.
- MORI, Y., SODHI, N.S., KAWANISHI, S., YAMAGISHI, S. (2001): The effect of human disturbance and flock composition on the flight distances of waterfowl species. *J. Ethol.* **19**, 115-119.
- MUSIL P. (2006): Monitoring populací vodních ptáků: 208-223. In: Vačkář (ed.) Ukazatelé změn Biodiversity, Academia, Praha, 300 pp.
- MUSIL, P. (2008): Předmluva. *Aythya* **1**, 1-2.
- MUSIL, P., CEPÁK, J., HUDEC, K., ZÁRYBNICKÝ, J. (2001): The long-term trends in the breeding waterfowl populations in the Czech Republic. OMPO, Institute of Applied Ecology, Kostelec nad Černými lesy.
- MUSIL, P., DAROLOVÁ, A., JUREČEK, R., MUSILOVÁ, Z., PODHRÁZSKÝ, M. & SLABEYOVÁ, K. (2008): Dlouhodobé změny početnosti zimujících hus v České republice a na Slovensku v letech 1991 – 2007. *Tichodroma* **20**, 61-67.
- MUSIL, P. & MUSILOVÁ, Z. (2011): Rozšíření a početnost hojnějších druhů vodních ptáků v lednu 2010 a 2011. *Aythya* **4**, 14-66.
- MUSIL, P., MUSILOVÁ, Z., FUCHS, R., POLÁKOVÁ, S. (2011): Long-term changes in numbers and distribution of wintering waterbirds in the Czech Republic, 1966-2008. *Bird Study iFirst*, 1-11.
- MUSILOVÁ, Z., MUSIL, P., NEUŽILOVÁ, Š. (2008): Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2006 a 2007. *Aythya* **1**, 5-13.
- MUSILOVÁ, Z., MUSIL, P., POLÁKOVÁ, S. & FUCHS, R. (2009): Wintering ducks in the Czech Republic: changes in their population trends and distribution. *Wildfowl* **2**, 74-85.
- MUSILOVÁ, Z., MUSIL, P. & HASS, M. (2011): Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2011. *Aythya* **4**, 1-13.
- NAJMANOVÁ, L. & ADAMÍK, P. (2007): Birds and climate change. *Sylvia* **43**, 1-18.

- NEWTON, I. (1998): *Population Limitation in Birds*. London: Academic Press. Access online from < <http://books.google.com/>>.
- NOTT M.P., DESANTE D.F., SIEGEL R.B. & PYLE P. (2002): Influences of the El Niño/Southern Oscillation and the North Atlantic Oscillation on avian productivity in forests of the Pacific Northwest of North America. *Glob. Ecol. Biogeogr.* **11**, 333–342.
- OTTERSEN, G., PLANQUE, B., BELGRANO, A., POST, E., REID, P. C., STENSETH, N. C. (2001): Ecological effects of the North Atlantic Oscillation. *Oecologia* **128**, 1–14.
- PARMESAN, C., RYRHOLM, N., STEFANESCU, C., HILL, J. K., THOMAS, CH. D., DESCIMON, H., HUNTLEY, B., KAILA, L., KULLBERG, J., TAMMARU, T., TENNENT, W. J., THOMAS, J. A., WARREN, M. (1999): Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* **399**, 579–583.
- PARMESAN, C. & YOHE, G. (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* **421**, 37–42.
- PARODY, J. M., CUTHBERT, F. J., DECKER, E. N. (2001): The effect of 50 years of landscape change on species richness
- PELLANTOVA, J. (1998) The International Waterfowl Census in the Czech Republic in 1996/97. *Zprávy ČSO (Bulletin of the Czech Society for Ornithology)* **46**, 2–6. and community composition. *Global Ecology and Biogeography* **10**, 305–313.
- PETERSON, A. T., ORTEGA-HUERTA, M. A., BARTLEY, J., SÁNCHEZ-CORDERO, V., SOBERÓN, J., BUDDEMEIER, R. H., STOCKWELL, D. R. B. (2002): Future projections for Mexican faunas under global climate change scenario. *Nature* **416**, 626–629.
- POLAKOWSKI, M., SKIERCZYŃSKI, M. & BRONISZEWSKA, M. (2010): Effect of urbanization and feeding intensity on the distribution of wintering Mallards *Anas Platyrhynchos* in NE Poland. *Ornis Svecica* **20**, 76–80.
- POUNDS, J. A., FOGDEN, M. P. L., CAMPBELL, J. (1999): Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* **398**, 611–615.
- REHFISCH, M.M., AUSTIN, G.E., FREEMAN, S.N., ARMITAGE, M.J.S. & BURTON, N.H.K., (2004): The possible impact of climate change on the future distribution and numbers of waders on Britain's non-estuarine coasts. *Ibis* **146** (suppl. 1), 70–81.
- RAINIO K., LAAKSONEN T., AHOLA M., VÄHÄTALO A.V. & LEHIKONEN E. (2006): Climatic responses in spring migration of boreal and arctic birds in relation to wintering area and taxonomy. *J. Avian Biol.* **37**, 507–515.
- REIF, J., ŠTORCH, D., VOŘÍŠEK, P., ŠŤASTNÝ, K., BEJČEK, V. (2008a): Bird-habitat association predict population trends in central European forest and farmland birds. *Biodivers Conserv* **17**, 3307–3319.
- REIF, J., VOŘÍŠEK, P., ŠŤASTNÝ, K., BEJČEK, V., PETR, J. (2008b): Agricultural intensification and farmland birds: new insight from a central European country. *Ibis* **150**, 596–605.
- REIF, J., VOŘÍŠEK, P., ŠŤASTNÝ, K., KOSCHOVÁ, M., BEJČEK, V. (2008c): The impact of climate change on long-term population trends of birds in a central European country. *Animal Conservation* **11**, 412–421.
- REIF, J., MARHOUL, P., ČÍŽEK, O., KONVIČKA, M. (2011): Abandoned military training sites are an overlooked refuge for at-risk open habitat bird species. *Biodiversity Conservation* **20**, 3645–3662.
- RENDÓN, M. A., GREEN, A. J., AGUILERA, E., ALMARAZ, P. (2008): Status, distribution and long-term changes in the waterbird community wintering in Doñana, south-west Spain. *Biological Conservation* **141**, 1371–1388.
- RIDGILL, S.C. & FOX, A.D. (1990): Cold Weather Movements of Waterfowl in Western Europe, IWRB Special. Publ. No. 13. International Waterfowl & Wetlands Research Bureau, Slimbridge, UK.
- ROMPORTL, D., ANDREAS, M., VLASÁKOVÁ, B. (2008): Monitoring of biodiversity changes in the landscape scale. *Journal of Landscape Ecology* **1**, No.1.
- ROMPORTL, D., CHUMAN, T., LIPSKÝ, Z. (2010): Landscape heterogeneity changes and their driving forces in the Czech Republic after 1990. In: Bičík, I., Himiyama, Y., Feranec, J.: Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World. Volume V, IGU-LUCC Research Report, Charles University in Prague, Faculty of Science, ISBN 978-4-907651-05-9, p. 41 – 50.
- ROOT, T. L., PRICE, J. T., HALL, K. R., SCHNEIDER, S. H., ROSENZWEIG, C., POUNDS, J. A. (2003): Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* **421**, 57–60.
- SAINO, N., SZEP, T., AMBROSINI, R., ROMANO, M. & MOLLER, A.P. (2004): Ecological conditions during winter affect sexual selection and breeding in a migratory bird. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* **271**, 681–686.

- SANDERSON, F.J., DONALD, P.F., PAIN, D.J., BURFIELD, I.J. & VAN BOMMEL, F.P.J. (2006): Long-term population declines in Afro-Palaearctic migrant birds. *Biological Conservation* **131**, 93-105.
- SANTOUL F, FIGUEROLA J, GREEN AJ (2004): Importance of gravel pits for the conservation of waterbirds in the Garonne river floodplain (southwest France). *Biodiversity and Conservation* **13**:1231–1243.
- SALA, O. E., STUART CHAPIN III, F., ARMESTO, J. J., BERLOW, E., BLOOMFIELD, J., DIRZO, R., HUBER-SANWALD, E., HUENNEKE, L. F., JACKSON, R. B., KINZIG, A., LEEMANS, R., LODGE, D. M., MOONEY, H. A., OESTERHELD, M., LEROY POFF, N., SYKES, M. T., WALKER, B. H., WALKER, M., WALL, D. H. (2000): Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* **287**, 1770-1774.
- SAVARD, J.-P.L., CLERGEAU, P., MENNECHEZ, G. (2000): Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape Urban Plann.* **48**, 131-142.
- SEBASTIÁN-GONZÁLEZ, E., SÁNCHEZ-ZAPATA, J.A., BOTELLA, F. (2010): Agricultural ponds as alternative habitat for waterbirds: spatial and temporal patterns of abundance and management strategies. *Eur J Wildl Res* **56**, 11-20.
- SCHREIBER, R. W & SCHREIBER, E. A. (1984): Central Pacific seabirds and the El Niño Southern Oscillation: 1982 to 1983 perspectives. *Science* **225**, 713-716.
- SCHULTE, L. A., PIDGEON, A. M., MLADENOFF, D. J. (2005): One hundred fifty years of change in forest bird breeding habitat: Estimates of species distributions. *Conservation Biology* **19**, 1944-1956.
- SCHWARTZ, M., D. (1998): Green-wave phenology. *Nature* **394**, 839-840.
- SCHWARTZ, M. D., AHAS, R., AASA, A. (2006): Onset of spring starting earlier across the Northern Hemisphere. *Global Change Ecology* **12**, 343-351.
- SIRIWARDENA, G. M., BAILLIE, S. R., BUCKLAND, S. T., FEWSTER, R. M., MARCHANT, J. H., WILSON, J. D. (1998): Trends in the abundance of farmland birds. A quantitative comparison of smoothed common bird census indices. *Journal of Applied Ecology* **35**, 24-43.
- SNOW, D.W. & PERRINS, C.M., eds. (1998): *The birds of the Western Palearctic*. Concise Edition Vol.1, Non-Passerines. Oxford University Press, New York.
- SPARKS, T. H. (1999): Phenology and the changing patterns of bird migration in Britain. *Int J Biometeorol* **42**, 134-138.
- SPARKS, T. H. & BRASLAVSKÁ, O. (2001): The effects of temperature, altitude on the arrival and departure dates of the swallow *Hirundo rustica* in the Slovak Republic. *Int J Biometeorol* **45**, 212-216.
- SPARKS, T. H., CRICK, H., ELKINS, N., MOSS, R., MOSS, S., MYLNE, K. (2002): Birds, weather and climate. *Weather* **57**, 399-410.
- SPARKS, T. H. & MASON, CH. F. (2004): Can we detect change in the phenology of winter migrant birds in the UK? *Ibis* **146**, 57-60.
- STRODE, P. K. (2003): Implication of climate change for North American wood warblers (*Parulidae*). *Global Change Biology* **9**, 1137-1144.
- SUTHERLAND, W. J. (1996): *From individual behaviour to population ecology*. New York: Oxford University Press. Access online from < <http://www.google.com/books> >.
- ŠTORCH, D. & ŠIZLING, A.L. (2002): Patterns of commonness and rarity in central European birds: reliability of the core-satellite hypothesis within a large scale. *Ecography* **25**, 405-416.
- ŠTORCH, D., KONVICKA, M., BENES, J., MARTINKOVÁ, J. & GASTON, K.J. (2003): Distribution patterns in butterflies and birds of the Czech Republic: separating effects of habitat and geographical position. *Journal of Biogeography* **30**, 1195-1205.
- ŠŤASTNÝ, K., BEJČEK, V., HUDEC, K. (2006): *Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice*. Praha: Aventinum s.r.o.
- TAMISIER, A & GRILLAS, P. (1994): A review of habitat changes in the Camargue: an assessment of the effects of
- TEMPLE, S. A. & WIENS, J. A (1989): Birds populations and environmental changes: can birds be bio-indicators? *American Birds* **43**, 260-270.
- THOMAS, CH., D. & LENNON, J. J. (1999): Birds extend their ranges northwards. *Nature* **399**, 213.
- THOMAS, CH. D., CAMERON, A., GREEN, R. E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L. J., COLLINGHAM, Y. C., ERASMUS, B. F. N., FERREIRA DE SIQUEIRA, M., GRAINGER, A., HANNAH, L., HUGHES, L., HUNTLEY, B., VAN JAARSVELD, A. S., MIDGLEY, G. F., MILES, L., ORTEGA-HUERTA, M. A., PETERSON, A. T., PHILLIPS, O. L., WILLIAMS, S. E. (2004): Extinction risk from climate change. *Nature* **427**, 145-148.
- THORUP, K., TØTTRUP, A. P., RAHBEK, C. (2007): Patterns of phenological changes in migratory birds. *Oecologia* **151**, 697-703.
- TILGHMAN, N.G. (1987): Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. *Landscape and Urban Planning* **14**, 481–495

- TKADLEC, E. (2008): *Populační ekologie. Struktura, růst a dynamika populací*. Olomouc: UPOL.
- TRZCINSKI, M. K., FAHRIG, L., MERRIAM, G. (1999): Independent effects of forest cover and fragmentation on distribution of forest breeding birds. *Ecological Applications* **9**, 586-593.
- TRAUT, A.H. (2003): Urban lakes and waterbirds: effects of development on distribution and behavior. Master's thesis, University of Florida, Gainesville.
- TRAUT, A.H., HOSTETLER, M.E. (2004): Urban lakes and waterbirds: effects of shoreline development on avian distribution. *Landscape and Urban Planning* **69**, 69-85.
- TUITE, C. H., HANSON, P. R., OWEN, M. (1984): Some ecological factors affecting winter wildfowl distribution on inland waters in England and Wales, and the influence of water-based recreation. *Journal of Applied Ecology* **21**, 41-62.
- VICKERY, J.A., GILL, J.A. (1999): Managing grassland for wild geese in Britain: a review. *Biological Conservation* **89**, 93-106.
- VAN DER GRAAF, A. J., BOS, D., LOONEN, M. J. J. E., ENGELMOER, M., DRENT, R. H. (2002): Short and long-term facilitation of goose grazing by livestock. *Journal of Coastal Conservation* **8**, 179-188.
- VAN EERDEN, M. R., ZIJLSTRA, M., VAN ROOMEN, M., TIMMERMAN, A. (1996): The response of *Anatidae* to changes in agricultural practice: long-term shifts in the carrying capacity for wintering waterfowl. *Gibier Faune Sauvage, Game Wildlife* **13**, 681-706.
- VEECH, J. A. (2006): A comparison of landscapes occupied by increasing and decreasing populations of grassland birds. *Conservation Biology* **20**, 1422-1432.
- WALTHER, G., POST, E., CONVEY, P., MENZEL, A., PARMESAN, C., BEEBEE, T. J. C., FROMERTIN, J. M., HOEGH-GULDBERG, O., BAIRLEIN, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. *Nature* **416**, 389-395.
- WARREN, M. S., HILL, J. K., THOMAS, J. A., ASHER, J., FOX, R., HUNTLEY, B., ROY, D. B., TELFER, M. G., JEFFCOATE, S., HARDING, P., JEFFCOATE, G., WILLIS, S. G., GREATORREX-DAVIES, J. N., MOSS, D., THOMAS, C. D. (2001): Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature* **414**, 65-69.
- WILSON, J. D., EVANS, J., BROWN, S. J., KING, J. R. (1997): Territory distribution and breeding success of skylarks *Alauda arvensis* on organic and intensive farmland in southern England. *Journal of Applied Ecology* **34**, 1462-1478.
- WILSON, R. J., GUTIÉRREZ, D., GUTIÉRREZ, J., MARTÍNEZ, D., AGUDO, R., MONSERRAT, V. J. (2005): Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. *Ecology Letters* **8**, 1138-1146.
- XIAOMIN, L. (2002): Wildlife resources and their changes. In: *Natural Environmental Changes and Ecology Conservation in Sanjiang Plain*. Liu XingTu, Ma Xuehui (eds). Science Publishing Company, pp. 232-234 (In Chinese) ex Liu, H., Zhang, S., Li, Z., Lu, X., Yang, Q. (2004). Impacts on wetlands of large-scale land-use changes by agricultural development: The Small Sanjiang Plain, China. *Ambio* **33**, 306-310.

## Elektronické zdroje:

- AOPK ČR. *Natura 2000* [online]. c2006, [cit.2012-06-25].  
<<http://www.nature.cz/natura2000-design3/sub-text.php?id=1805>>.
- CENIA. *Česká informační agentura životního prostředí* [online]. c2007, [cit.2012-05-21].  
<<http://www.cenia.cz/>>.
- DIBAVOD. *Digitální báze vodohospodářských dat*. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka [online]. c2007, [cit.2012-01-16]. <<http://www.dibavod.cz/>>.
- LARG. *Landscape and Resource Management Research Group*. V-LATE - Vector-based Landscape Analysis Tools Extension. [online]. c2006, [cit.2012-05-30]. <<http://www.geo.sbg.ac.at/larg/vlate.htm>>.
- RAMSAR. *The Ramsar Convention on Wetlands* [online]. c2010, [cit.2012-06-20].  
<<http://www.ramsar.org/>>.

## Seznam příloh

**Příloha č.1:** Hodnocené lokality na stojatých vodách

**Příloha č.2:** Hodnocené lokality na vodních tocích

**Příloha č.3:** Zastoupení významných tříd krajinného pokryvu v okolí stojatých vod

**Příloha č.4:** Zastoupení významných tříd krajinného pokryvu v okolí vodních toků

**Příloha č.5:** Vybrané krajinné indikátory v okolí stojatých vod

**Příloha č.6:** Vybrané krajinné indikátory v okolí vodních toků

**Příloha č.7:** Vybrané druhy

**Příloha č.8:** Souhrnné statistiky vybraných parametrů prostředí pro stojaté vody

**Příloha č.9:** Souhrnné statistiky vybraných parametrů prostředí pro vodní toky

**Příloha č.10:** Spearmanova korelační matice pro vysvětlující proměnné prostředí

# **PŘÍLOHA č.1: HODNOCENÉ LOKALITY NA STOJATÝCH VODÁCH**

| SITE  | INDEX | počet<br>snímků | počet<br>snímků<br>s ptáky | počet<br>exemplářů | POPIS   | JTSK_X      | JTSK_Y       |
|-------|-------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|-------------|--------------|
| 11001 | 2     | 6               | 6                          | 3137               | Skalka  | -892799,733 | -1019947,866 |
| 11002 | 3     | 6               | 4                          | 1849               | Jesenice  | -883183,987 | -1024526,864 |
| 11004 | 1     | 6               | 6                          | 2629               | České údolí   | -825081,143 | -1073314,113 |
| 11005 | 1     | 6               | 5                          | 2693               | Klabava   | -809700,959 | -1071136,748 |
| 12032 | 3     | 6               | 3                          | 221                | Bolevecké   | -820477,585 | -1066926,257 |
| 12033 | 1     | 6               | 4                          | 466                | Kozelský,Starý a Nový Sedlecký                              | -815042,972 | -1077217,827 |
| 22020 | 3     | 6               | 2                          | 190                | Lenešické rybníky   | -785827,924 | -1003709,630 |
| 23002 | 1     | 6               | 6                          | 2471               | struskoviště elektrárny Horní Počáply                       | -740868,006 | -1007345,498 |
| 31001 | 1     | 6               | 6                          | 10400              | Žehuňská přehrada   | -678583,742 | -1045102,680 |
| 32051 | 2     | 6               | 3                          | 1889               | Žabakor (u Mnichova Hradiště)                               | -691348,716 | -998220,749  |
| 32058 | 2     | 6               | 6                          | 2559               | Rožďalovické I (Zrcadlo, Hasina, Bučice,Lohovecký, Pařízek) | -683916,589 | -1024961,564 |
| 32059 | 2     | 6               | 6                          | 174                | Rožďalovické II (Nečas, Komor.,Bílek,Ledeč.)                | -681834,743 | -1029089,229 |
| 32060 | 1     | 6               | 6                          | 1738               | Dymokurské (Pustý, Jakub , Vražda)                          | -682126,432 | -1032556,924 |
| 32063 | 2     | 6               | 4                          | 316                | Mlékovické (Mlékoviční, Podbečvárecký)                      | -700110,180 | -1062028,011 |
| 32064 | 2     | 6               | 5                          | 1395               | Vavřinecké (Vavřinecký, Horní, Kacíř)                       | -701368,913 | -1069126,011 |
| 42020 | 2     | 6               | 4                          | 194                | Řežabinec, Markovec   | -779713,830 | -1131548,390 |
| 51001 | 3     | 6               | 6                          | 18928              | Rozkoš  | -622038,359 | -1025480,270 |
| 52038 | 2     | 6               | 1                          | 317                | Chobot  | -617694,505 | -1073087,111 |
| 52040 | 2     | 6               | 0                          | 0                  | u Českých Heřmanic (Starý, Nový, Kajzrlík)                  | -615208,727 | -1075638,013 |
| 52041 | 2     | 6               | 3                          | 738                | Velký Netřebský, Heřmánek, Šváb                             | -614985,966 | -1077554,356 |
| 52042 | 2     | 6               | 4                          | 38                 | Abraham, Borovec, Šotek                                     | -614823,247 | -1081493,976 |
| 52043 | 2     | 6               | 5                          | 380                | Velký a Malý Košíř  | -613633,945 | -1082037,681 |
| 52045 | 2     | 6               | 3                          | 145                | Horecký   | -637643,382 | -1078704,549 |
| 52046 | 2     | 6               | 5                          | 170                | Hoříčka, Petráň, Žďár (u Vrbatova Kostelce)                 | -640925,136 | -1082264,259 |
| ...   | ...   | ...             | ...                        | ...                | ...   | ...         | ...          |



| SITE  | INDEX | počet<br>snímků | počet<br>snímků<br>s ptáky | počet<br>exemplářů | POPIS   | JTSK_X      | JTSK_Y       |
|-------|-------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|-------------|--------------|
| ...   | ...   | ...             | ...                        | ...                | ...   | ...         | ...          |
| 52062 | 1     | 6               | 3                          | 360                | Nový, Hvězda, Mušlový                             | -598742,764 | -1088186,390 |
| 62014 | 2     | 6               | 6                          | 4670               | u Náměšti nad Oslavou                             | -635897,788 | -1153394,394 |
| 62052 | 1     | 6               | 5                          | 5365               | Lednické (Hlohovecký, Prostřední, Mlýnský, Nesyt) | -591911,139 | -1207996,276 |
| 62054 | 3     | 6               | 6                          | 3434               | Jarohněvický                                      | -568138,996 | -1193823,609 |
| 62055 | 3     | 6               | 4                          | 240                | Mutěnské  | -568955,554 | -1196723,883 |
| 62056 | 3     | 6               | 5                          | 1293               | Písečné u Hodonína                                | -568253,935 | -1201134,883 |
| 62066 | 1     | 6               | 6                          | 8055               | Záhlinické  | -534807,274 | -1157757,079 |
| 72010 | 1     | 6               | 4                          | 386                | Tovačovské (Hradecký, Křenovský, Kolečko, Náklo)  | -546027,016 | -1139560,231 |
| 72020 | 2     | 6               | 6                          | 1453               | u Dolního Benešova                                | -482291,569 | -1091000,777 |
| 72024 | 2     | 6               | 4                          | 49                 | u Polanky nad Odrou                               | -478178,093 | -1108055,321 |
| 72025 | 2     | 6               | 5                          | 2952               | u Jistebníka nad Odrou                            | -480706,874 | -1110788,712 |
| 72027 | 3     | 6               | 5                          | 1897               | u Albrechtíček: Kotvice I, Kačák, Nový, Fojtův    | -486364,772 | -1115248,362 |
| 72028 | 2     | 6               | 5                          | 2000               | Horní a Dolní Bartošovický                        | -490176,685 | -1117069,329 |
| 72035 | 3     | 6               | 6                          | 1075               | Choryňské   | -500287,865 | -1134170,821 |
| 72046 | 3     | 6               | 5                          | 1725               | Louky nad Olší                                    | -449880,916 | -1106387,395 |
| 73005 | 1     | 6               | 6                          | 14514              | Štěrkopískovna Dombas u Tovačova, Anninske jezero | -544583,124 | -1141467,768 |
| 73020 | 3     | 6               | 6                          | 2908               | odkalovací nádrže dolu ČSA - Doubrava             | -458218,851 | -1101933,583 |
| 73021 | 2     | 6               | 6                          | 6591               | odkalovací nádrže dolu ČSA - Karviná              | -455317,788 | -1101028,998 |

**LEGENDA:**

SITE: kódové označení lokality, INDEX: 2 sčítání ± 1-3 roky od roku 1975, 1990 a 2006 (viz kapitola 3.1.1 - Výběr dat),  
 POČET SNÍMKŮ: počet sledovaných let za všechna období, POČET SNÍMKŮ S PTÁKY: počet sledovaných let za všechna období, kdy se na lokalitě  
 vyskytovali ptáci, POČET EXEMPLÁŘŮ: celkový počet ptáků za všechna období, JTSK souřadnice X a Y centrální bod

## PŘÍLOHA č.2: HODNOCENÉ LOKALITY NA VODNÍCH TOCÍCH

| SITE  | INDEX | počet<br>snímků | počet<br>snímků<br>s ptáky | počet<br>exemplářů | POPIS  | LENGTH | JTSK_X_BEGIN | JTSK_Y_BEGIN | JTSK_X_END  | JTSK_Y_END   |
|-------|-------|-----------------|----------------------------|--------------------|--|--------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| 14010 | 1     | 6               | 6                          | 6093               | OHŘE: Cheb - Doubí                             | 6,24   | -887719,024  | -1021565,103 | -884672,782 | -1018104,267 |
| 14011 | 2     | 6               | 6                          | 5377               | OHŘE: Doubí - Mostov                           | 9,94   | -884672,782  | -1018104,267 | -879009,764 | -1019374,812 |
| 14030 | 3     | 6               | 6                          | 4356               | BEROUNKA: počátek - Bukovec                    | 9,73   | -821400,850  | -1069166,286 | -817311,122 | -1067564,837 |
| 14061 | 2     | 6               | 6                          | 1045               | MŽE: Město Touškov - Plzeň                     | 14,99  | -821400,850  | -1069166,286 | -831236,676 | -1065668,902 |
| 14070 | 1     | 6               | 6                          | 340                | ÚSLAVA: Kozel, most - Starý Plzenec, jez       | 7,45   | -813010,339  | -1080051,300 | -816545,311 | -1075843,608 |
| 24001 | 1     | 6               | 6                          | 9984               | LABE: Horní Počáply - Roudnice nad Labem       | 17,47  | -738176,127  | -1006210,594 | -748882,897 | -1003897,645 |
| 24002 | 1     | 6               | 6                          | 14212              | LABE: Roudnice nad Labem - Litoměřice          | 17,41  | -748882,897  | -1003897,645 | -756232,062 | -991499,492  |
| 24007 | 2     | 6               | 6                          | 1243               | LABE: Církvice - Ústí nad Labem, zdymadlo      | 9,81   | -762349,814  | -984956,191  | -760597,886 | -978615,385  |
| 24008 | 2     | 6               | 6                          | 2357               | LABE: v Ústí nad Labem                         | 6,43   | -760597,886  | -978615,385  | -756415,484 | -976159,210  |
| 24009 | 2     | 6               | 6                          | 1545               | LABE: Ústí nad Labem - Přerov                  | 10,90  | -760517,449  | -976507,528  | -749907,890 | -974734,985  |
| 24011 | 3     | 6               | 6                          | 2209               | LABE: Děčín - Hřensko, státní hranice          | 14,83  | -747307,991  | -965375,669  | -743798,257 | -953026,311  |
| 24026 | 3     | 6               | 6                          | 2674               | OHŘE: Lenešice - Počedělice                    | 14,03  | -784637,242  | -1005110,523 | -776228,965 | -1006382,757 |
| 34016 | 1     | 6               | 6                          | 948                | VLTAVA: Štěchovice - Davle, most               | 4,47   | -747595,133  | -1068677,752 | -747596,141 | -1064744,044 |
| 34017 | 3     | 6               | 6                          | 2298               | VLTAVA: Davle, most - Zbraslav, most           | 11,94  | -747591,335  | -1064743,316 | -746222,731 | -1055493,576 |
| 34018 | 1     | 6               | 6                          | 2772               | VLTAVA: Zbraslav, most - Chuchle, most         | 6,20   | -746222,731  | -1055493,576 | -745412,002 | -1049463,698 |
| 34019 | 1     | 6               | 6                          | 4741               | VLTAVA: Chuchle, most - Podolí                 | 2,97   | -745412,002  | -1049463,698 | -743913,219 | -1046907,830 |
| 34020 | 1     | 6               | 6                          | 18194              | VLTAVA: Podolí - Mánesův most                  | 4,35   | -743913,219  | -1046907,830 | -743376,435 | -1042704,074 |
| 34021 | 1     | 6               | 6                          | 5823               | VLTAVA: Mánesův most - most Barikádníků        | 5,77   | -743375,114  | -1042701,679 | -740713,719 | -1040394,825 |
| 34022 | 1     | 6               | 6                          | 17761              | VLTAVA: most Barikádníků - Podbaba + Stromovka | 4,17   | -740726,888  | -1040393,800 | -744047,930 | -1038934,185 |
| 34023 | 1     | 6               | 6                          | 10623              | VLTAVA: Podbaba - Roztoky, splav               | 5,77   | -744047,930  | -1038934,185 | -742916,255 | -1033791,478 |
| 34031 | 1     | 6               | 6                          | 3310               | LABE: Kolín, železniční most - Klavary, jez    | 4,59   | -687584,849  | -1056858,422 | -689675,841 | -1053703,565 |
| 34032 | 1     | 6               | 6                          | 5753               | LABE: Klavary, jez - Oseček, býv. přívaz       | 6,26   | -689675,459  | -1053704,394 | -690384,836 | -1048251,452 |
| 34033 | 3     | 6               | 6                          | 5626               | LABE: Oseček - Velké Zboží                     | 9,69   | -690382,247  | -1048242,569 | -694278,531 | -1040718,831 |
| 34034 | 1     | 6               | 6                          | 2994               | LABE: Velké Zboží - Nymburk, železniční most   | 5,26   | -694294,259  | -1040696,672 | -697907,396 | -1038591,945 |
| 34035 | 1     | 6               | 6                          | 3388               | LABE: Nymburk, železniční most - Hradištko     | 7,84   | -697906,244  | -1038591,207 | -704846,548 | -1038976,529 |
| 34042 | 1     | 6               | 6                          | 2295               | LABE: Mělník, soutok - Dolní Beřkovice         | 6,69   | -735117,975  | -1014854,022 | -736037,258 | -1008796,661 |
| 34085 | 3     | 6               | 6                          | 1979               | JIZERA: Březina - Mnichovo Hradiště            | 9,78   | -692808,835  | -997719,297  | -698044,562 | -999844,252  |
| ...   | ...   | ...             | ...                        | ...                | ...  | ...    | ...          | ...          | ...         | ...          |

| SITE  | INDEX | počet<br>snímků | počet<br>snímků<br>s ptáky | počet<br>exemplářů | POPIS   | LENGTH | JTSK_X_BEGIN | JTSK_Y_BEGIN | JTSK_X_END  | JTSK_Y_END   |
|-------|-------|-----------------|----------------------------|--------------------|---|--------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| ...   | ...   | ...             | ...                        | ...                | ...   | ...    | ...          | ...          | ...         | ...          |
| 44004 | 3     | 6               | 6                          | 1730               | OTAVA: Strakonice, most - Slaník                | 3,34   | -791735,540  | -1128421,800 | -789147,028 | -1128609,107 |
| 44026 | 3     | 6               | 6                          | 1488               | LUŽNICE: Soběslav - Roudná, jez                 | 7,95   | -734865,918  | -1137081,105 | -733426,585 | -1131979,703 |
| 44027 | 3     | 6               | 6                          | 2067               | LUŽNICE: Roudná, jez - Planá nad Lužnicí        | 7,65   | -733426,585  | -1131979,703 | -733871,946 | -1126486,652 |
| 54006 | 1     | 6               | 5                          | 35                 | LABE: Klášterská Lhota - Malé Labe              | 3,80   | -648854,059  | -1001608,459 | -646126,229 | -1003682,984 |
| 54012 | 2     | 6               | 6                          | 1131               | LABE: Josefov - Smiřice                         | 6,69   | -632763,665  | -1028430,415 | -636786,176 | -1032828,035 |
| 54015 | 2     | 6               | 6                          | 3420               | LABE: Vysoká nad Labem - Němčice ,most          | 9,07   | -643295,442  | -1047518,677 | -644374,012 | -1054793,841 |
| 54016 | 1     | 6               | 6                          | 4841               | LABE: Němčice, most - Pardubice, most           | 13,71  | -644371,555  | -1054796,418 | -649475,124 | -1060268,316 |
| 54017 | 3     | 6               | 6                          | 2106               | LABE: Pardubice, most - Srnojedy, jez           | 4,27   | -649479,065  | -1060268,209 | -653302,313 | -1059745,659 |
| 54032 | 3     | 6               | 6                          | 2178               | JIZERA: Turnov - Březina                        | 13,13  | -684231,353  | -994946,254  | -692804,820 | -997722,387  |
| 54071 | 2     | 6               | 6                          | 1668               | SÁZAVA: Havlíčkův Brod - Perknov                | 2,59   | -667392,743  | -1106974,246 | -669257,956 | -1105976,430 |
| 54072 | 2     | 6               | 6                          | 1943               | SÁZAVA: Perknov - Okrouhlice                    | 6,73   | -669280,299  | -1105990,812 | -673006,258 | -1103573,538 |
| 54102 | 2     | 6               | 6                          | 121                | LOUČNÁ: Tržek - Cerekvice                       | 3,89   | -614801,644  | -1081509,349 | -617613,771 | -1079673,964 |
| 54103 | 2     | 6               | 5                          | 635                | LOUČNÁ: Cerekvice - Valcha                      | 5,07   | -617613,966  | -1079673,892 | -618543,188 | -1076241,484 |
| 64001 | 2     | 6               | 5                          | 520                | MORAVA: Kojetín, žel.most - Strž, elektrárna    | 5,65   | -544712,089  | -1148897,235 | -540970,087 | -1152690,654 |
| 64002 | 3     | 6               | 6                          | 803                | MORAVA: Strž, elektrárna - Kroměříž             | 3,08   | -540970,087  | -1152690,654 | -539621,260 | -1154851,579 |
| 64131 | 2     | 6               | 6                          | 1304               | KYJOVKA: Jarohněvický rybník - Písečné rybníky  | 8,59   | -568585,904  | -1194236,326 | -567946,490 | -1202388,764 |
| 74013 | 2     | 6               | 6                          | 1471               | ODRA: Hladké Žitovice-Kunín - Bartošovice, most | 10,34  | -493829,644  | -1118725,602 | -489268,820 | -1116366,755 |
| 74018 | 3     | 6               | 6                          | 1682               | ODRA: Ostrava-Svinov, most - Přívoz, most       | 5,92   | -475345,628  | -1102495,803 | -472160,604 | -1098335,879 |
| 74020 | 1     | 6               | 6                          | 6682               | ODRA: Hrušov, most - Antošovice                 | 5,82   | -470082,941  | -1097581,343 | -467189,354 | -1093509,006 |
| 74039 | 3     | 6               | 6                          | 1325               | BEČVA: Valašské Meziříčí - Milotice             | 12,72  | -497364,049  | -1139982,106 | -505897,139 | -1132539,803 |
| 74044 | 1     | 6               | 6                          | 1065               | BEČVA: v Přerově                                | 2,13   | -533335,344  | -1138014,890 | -535122,239 | -1138720,602 |
| 74045 | 1     | 6               | 6                          | 938                | BEČVA: Přerov - Troubky                         | 9,84   | -535122,239  | -1138720,602 | -542965,072 | -1140001,926 |
| 74068 | 2     | 6               | 6                          | 116                | MORAVA: Lobodice - Kojetín, železniční most     | 6,01   | -545298,247  | -1143695,343 | -544712,089 | -1148897,235 |
| 74078 | 1     | 6               | 6                          | 1519               | OPAVA: Opava - Kravaře, most                    | 9,73   | -496261,613  | -1087610,779 | -489385,821 | -1089561,221 |

**LEGENDA:**

SITE: kódové označení lokality, INDEX: 2 sčítání  $\pm$  1-3 roky od roku 1975, 1990 a 2006 (viz kapitola 3.1.1 - Výběr dat), POČET SNÍMKŮ: počet sledovaných let za všechna období, POČET SNÍMKŮ S PTÁKY: počet sledovaných let za všechna období, kdy se na lokalitě vyskytovali ptáci, POČET EXEMPLÁŘŮ: celkový počet ptáků za všechna období, LENGTH: délka říčního úseku v km, JTSK souřadnice X a Y – BEGIN: začátek úseku vodního toku, END: konec úseku vodního toku

### PŘÍLOHA č.3: ZASTOUPENÍ VÝZNAMNÝCH TŘÍD KRAJINNÉHO POKRYVU V OKOLÍ STOJATÝCH VOD

| SITE  | COR70<br>11 | COR90<br>11 | COR06<br>11 | COR70<br>12 | COR90<br>12 | COR06<br>12 | COR70<br>14 | COR90<br>14 | COR06<br>14 | COR70<br>21 | COR90<br>21 | COR06<br>21 | COR70<br>23 | COR90<br>23 | COR06<br>23 | COR70<br>24 | COR90<br>24 | COR06<br>24 | COR70<br>31 | COR90<br>31 | COR06<br>31 |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 11001 | 6,51        | 4,52        | 4,61        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 6,63        | 4,11        | 26,10       | 40,27       | 31,84       | 16,61       | 2,14        | 8,88        | 19,63       | 11,24       | 15,14       | 15,25       | 18,56       | 20,26       |
| 11002 | 3,25        | 0,00        | 0,88        | 0,00        | 1,42        | 0,49        | 2,32        | 7,86        | 9,03        | 58,43       | 53,10       | 46,38       | 0,00        | 0,19        | 5,10        | 4,65        | 6,82        | 7,74        | 4,29        | 3,76        | 6,27        |
| 11004 | 8,78        | 7,63        | 7,80        | 2,57        | 5,60        | 12,09       | 2,96        | 3,48        | 3,48        | 33,66       | 28,37       | 26,20       | 3,55        | 3,65        | 0,00        | 19,16       | 20,44       | 23,79       | 19,31       | 16,99       | 16,98       |
| 11005 | 6,08        | 6,02        | 4,45        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 45,55       | 33,54       | 23,34       | 0,00        | 13,67       | 25,05       | 10,77       | 9,71        | 12,38       | 28,91       | 28,03       | 28,61       |
| 12032 | 7,99        | 20,52       | 20,45       | 2,40        | 3,72        | 7,98        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 15,03       | 17,47       | 14,62       | 2,47        | 0,00        | 1,76        | 33,59       | 24,30       | 26,08       | 17,00       | 20,57       | 20,63       |
| 12033 | 23,49       | 19,01       | 20,01       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 42,16       | 41,28       | 31,93       | 9,31        | 8,87        | 9,39        | 4,58        | 9,36        | 17,02       | 17,73       | 18,75       | 18,92       |
| 22020 | 5,72        | 7,27        | 7,27        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 60,23       | 63,18       | 62,18       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 3,85        | 8,03        | 9,33        | 0,08        | 0,00        | 0,00        |
| 23002 | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,30        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 22,67       | 20,53       | 20,52       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 47,92       | 43,41       | 38,84       |
| 31001 | 5,31        | 5,28        | 5,33        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 55,98       | 50,94       | 50,96       | 8,19        | 12,31       | 4,63        | 1,74        | 1,61        | 5,99        | 16,20       | 17,02       | 18,67       |
| 32051 | 8,85        | 15,03       | 15,58       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 59,20       | 54,85       | 48,23       | 7,99        | 8,89        | 10,80       | 7,74        | 6,83        | 7,44        | 7,54        | 5,72        | 5,74        |
| 32058 | 0,49        | 2,37        | 2,37        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 37,00       | 41,25       | 38,01       | 3,62        | 1,40        | 3,28        | 10,79       | 5,18        | 6,44        | 42,05       | 41,07       | 42,29       |
| 32059 | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 40,82       | 49,14       | 46,80       | 6,35        | 3,94        | 3,33        | 8,86        | 5,53        | 8,51        | 38,01       | 27,13       | 35,37       |
| 32060 | 1,22        | 1,10        | 1,10        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 26,62       | 29,21       | 29,72       | 2,08        | 2,81        | 2,30        | 6,71        | 3,79        | 3,79        | 57,32       | 51,47       | 57,02       |
| 32063 | 3,94        | 4,78        | 5,03        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 70,91       | 71,65       | 71,68       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 8,08        | 8,12        | 5,78        | 13,71       | 12,14       | 12,95       |
| 32064 | 3,45        | 4,53        | 4,17        | 0,13        | 0,18        | 0,24        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 80,70       | 79,08       | 79,77       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 9,40        | 9,69        | 7,31        | 0,05        | 0,25        | 1,92        |
| 42020 | 1,69        | 2,11        | 2,11        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 66,08       | 61,37       | 56,95       | 1,31        | 4,62        | 7,70        | 10,79       | 14,78       | 16,31       | 0,00        | 0,00        | 2,53        |
| 51001 | 5,27        | 5,60        | 5,60        | 0,16        | 0,15        | 0,15        | 1,11        | 1,29        | 1,29        | 43,46       | 41,99       | 39,42       | 4,37        | 1,57        | 3,29        | 5,28        | 9,22        | 10,91       | 7,16        | 5,70        | 6,95        |
| 52038 | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 44,76       | 45,80       | 38,52       | 0,00        | 0,00        | 5,71        | 12,82       | 11,56       | 12,75       | 36,11       | 36,31       | 36,10       |
| 52040 | 0,00        | 8,87        | 8,76        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 85,27       | 75,96       | 75,35       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 11,49       | 11,94       | 12,66       | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 52041 | 0,00        | 6,92        | 9,97        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 74,61       | 67,44       | 64,43       | 0,99        | 0,00        | 0,00        | 14,79       | 15,97       | 15,63       | 3,65        | 3,70        | 3,88        |
| 52042 | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 57,55       | 59,94       | 55,80       | 14,81       | 14,20       | 14,40       | 16,96       | 16,53       | 20,66       | 8,66        | 7,31        | 7,12        |
| 52043 | 4,60        | 2,12        | 6,82        | 0,00        | 3,84        | 3,89        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 58,36       | 59,06       | 54,64       | 5,35        | 4,88        | 7,97        | 21,57       | 21,54       | 18,11       | 3,60        | 3,60        | 3,60        |
| 52045 | 3,77        | 2,94        | 9,47        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 56,05       | 56,61       | 49,55       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 17,32       | 18,59       | 17,47       | 17,46       | 11,75       | 17,61       |
| 52046 | 0,00        | 3,39        | 4,78        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 52,45       | 46,57       | 41,33       | 6,41        | 6,67        | 6,79        | 24,59       | 26,43       | 29,68       | 6,05        | 6,29        | 9,39        |
| 52062 | 6,42        | 5,45        | 5,99        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 42,20       | 46,21       | 44,00       | 0,00        | 0,00        | 3,21        | 9,90        | 11,10       | 8,65        | 31,40       | 28,13       | 27,86       |
| 62014 | 3,05        | 3,45        | 3,08        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 60,13       | 55,37       | 55,93       | 0,00        | 2,64        | 2,45        | 14,16       | 13,34       | 12,65       | 18,49       | 15,01       | 15,07       |
| 62052 | 4,89        | 5,00        | 4,97        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,06        | 1,05        | 56,22       | 53,39       | 46,14       | 0,48        | 0,93        | 4,35        | 0,99        | 3,52        | 5,26        | 7,68        | 7,06        | 7,86        |
| 62054 | 0,06        | 0,17        | 0,17        | 0,00        | 0,00        | 4,78        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 19,14       | 29,36       | 14,93       | 0,00        | 0,00        | 3,86        | 23,38       | 14,64       | 21,27       | 46,63       | 38,74       | 38,35       |
| 62055 | 1,83        | 1,20        | 1,43        | 0,00        | 0,00        | 1,89        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 33,48       | 38,67       | 24,37       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 6,92        | 0,53        | 9,30        | 46,53       | 47,16       | 47,83       |
| 62056 | 3,55        | 3,50        | 3,71        | 0,67        | 3,62        | 3,62        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 22,01       | 17,95       | 15,42       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 6,37        | 6,14        | 8,09        | 45,14       | 47,66       | 50,04       |
| 62066 | 5,73        | 3,88        | 3,88        | 0,00        | 2,22        | 2,70        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 41,68       | 38,80       | 38,29       | 4,87        | 6,17        | 6,17        | 1,84        | 1,84        | 1,84        | 32,50       | 30,62       | 30,64       |
| ...   | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         |

| SITE  | COR70<br>11 | COR90<br>11 | COR06<br>11 | COR70<br>12 | COR90<br>12 | COR06<br>12 | COR70<br>14 | COR90<br>14 | COR06<br>14 | COR70<br>21 | COR90<br>21 | COR06<br>21 | COR70<br>23 | COR90<br>23 | COR06<br>23 | COR70<br>24 | COR90<br>24 | COR06<br>24 | COR70<br>31 | COR90<br>31 | COR06<br>31 |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ...   | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         |
| 72010 | 7,52        | 8,00        | 8,00        | 0,00        | 1,47        | 1,47        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 71,69       | 68,08       | 67,93       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 5,06        | 5,32        | 4,49        | 0,41        | 0,40        | 0,35        |
| 72020 | 11,92       | 12,35       | 12,51       | 1,42        | 1,58        | 1,58        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 54,24       | 56,21       | 51,94       | 0,00        | 4,96        | 7,53        | 27,67       | 16,46       | 14,68       | 0,87        | 0,45        | 0,45        |
| 72024 | 7,89        | 6,97        | 6,97        | 1,49        | 1,79        | 1,79        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 45,23       | 32,18       | 32,15       | 0,00        | 16,72       | 16,74       | 29,32       | 26,56       | 26,19       | 7,24        | 7,37        | 7,37        |
| 72025 | 3,83        | 3,49        | 5,20        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 49,98       | 36,04       | 32,63       | 0,00        | 14,01       | 16,48       | 26,10       | 23,74       | 22,97       | 3,18        | 5,80        | 5,80        |
| 72027 | 5,10        | 9,21        | 9,21        | 4,78        | 3,24        | 3,35        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 44,37       | 30,25       | 30,14       | 0,00        | 13,35       | 13,35       | 31,91       | 24,37       | 24,81       | 0,00        | 4,40        | 4,40        |
| 72028 | 3,70        | 3,79        | 3,79        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 52,47       | 44,71       | 32,57       | 5,59        | 15,11       | 27,20       | 21,83       | 19,82       | 19,87       | 4,72        | 4,29        | 4,29        |
| 72035 | 2,75        | 3,83        | 3,83        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 54,31       | 52,12       | 52,12       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 8,87        | 4,70        | 4,70        | 26,40       | 27,41       | 27,42       |
| 72046 | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 2,91        | 8,16        | 8,16        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 24,79       | 21,52       | 4,04        | 0,00        | 0,00        | 16,92       | 55,48       | 13,23       | 13,24       | 2,15        | 6,81        | 11,74       |
| 73005 | 7,26        | 7,62        | 7,62        | 0,00        | 1,79        | 1,79        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 53,85       | 47,63       | 45,01       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 3,54        | 3,91        | 2,47        | 18,90       | 18,70       | 18,33       |
| 73020 | 12,62       | 4,74        | 4,74        | 12,96       | 11,41       | 11,16       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,51        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 5,00        | 38,40       | 16,79       | 15,91       | 8,25        | 5,84        | 11,62       |
| 73021 | 8,84        | 6,70        | 6,70        | 12,95       | 9,38        | 9,38        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 6,86        | 7,38        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 9,22        | 26,57       | 32,56       | 32,99       | 3,68        | 6,92        | 3,81        |

**LEGENDA:** SITE: kódové označení lokality, COR70: CORINE Land Cover 70. léta, COR90: CORINE Land Cover 1990, COR06: CORINE Land Cover 2006,

11: Městská zástavba, 12: Průmyslové, obchodní a dopravní oblasti, 14: Oblasti zeleně a rekreační oblasti, 21: Orná půda, 23: Travní porosty,

24: Smíšené zemědělské oblasti, 31 Lesy

# **PŘÍLOHA č.4: ZASTOUPENÍ VÝZNAMNÝCH TŘÍD KRAJINNÉHO POKRYVU V OKOLÍ VODNÍCH TOKŮ**

| SITE  | COR70<br>11 | COR90<br>11 | COR06<br>11 | COR70<br>12 | COR90<br>12 | COR06<br>12 | COR70<br>14 | COR90<br>14 | COR06<br>14 | COR70<br>21 | COR90<br>21 | COR06<br>21 | COR70<br>23 | COR90<br>23 | COR06<br>23 | COR70<br>24 | COR90<br>24 | COR06<br>24 | COR70<br>31 | COR90<br>31 | COR06<br>31 |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 14010 | 24,71       | 13,26       | 13,40       | 2,25        | 8,84        | 9,91        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 40,44       | 38,14       | 40,22       | 14,23       | 18,10       | 16,99       | 18,07       | 21,10       | 18,70       | 0,00        | 0,26        | 0,26        |
| 14011 | 3,26        | 1,94        | 2,07        | 0,00        | 0,00        | 0,74        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 81,19       | 68,44       | 63,61       | 5,80        | 13,13       | 16,42       | 8,91        | 13,91       | 16,10       | 0,22        | 0,00        | 0,57        |
| 14030 | 17,35       | 13,31       | 12,47       | 9,74        | 12,22       | 13,21       | 2,06        | 1,65        | 1,76        | 15,85       | 21,90       | 16,47       | 3,09        | 0,00        | 5,67        | 19,00       | 16,27       | 17,38       | 29,34       | 31,01       | 31,22       |
| 14061 | 23,24       | 22,81       | 25,03       | 9,07        | 9,09        | 9,51        | 0,62        | 0,70        | 0,77        | 54,03       | 54,85       | 51,11       | 0,00        | 0,00        | 2,93        | 10,70       | 8,19        | 7,81        | 2,15        | 2,64        | 2,65        |
| 14070 | 22,19       | 20,88       | 20,73       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,45        | 1,32        | 1,42        | 34,87       | 29,10       | 25,44       | 9,29        | 11,68       | 11,39       | 3,13        | 4,37        | 8,59        | 27,75       | 31,31       | 29,16       |
| 24001 | 10,11       | 10,37       | 10,03       | 6,27        | 6,64        | 7,97        | 0,00        | 0,06        | 0,05        | 41,64       | 44,40       | 43,09       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 12,05       | 7,78        | 9,43        | 12,18       | 11,27       | 10,89       |
| 24002 | 16,00       | 15,25       | 14,12       | 1,37        | 2,51        | 4,02        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 50,65       | 54,88       | 54,01       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 11,48       | 5,45        | 7,46        | 5,93        | 4,86        | 6,29        |
| 24007 | 0,70        | 11,39       | 11,44       | 0,24        | 0,28        | 0,37        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 9,73        | 7,74        | 6,41        | 0,00        | 0,00        | 2,01        | 32,41       | 22,13       | 20,58       | 41,57       | 43,69       | 44,37       |
| 24008 | 33,94       | 37,51       | 30,62       | 12,17       | 11,78       | 18,77       | 0,00        | 1,55        | 1,55        | 7,80        | 5,94        | 2,74        | 0,00        | 0,00        | 2,26        | 10,97       | 8,76        | 8,89        | 26,66       | 26,71       | 27,13       |
| 24009 | 25,66       | 25,64       | 21,59       | 8,65        | 8,90        | 13,28       | 0,00        | 0,89        | 0,89        | 10,94       | 8,70        | 3,83        | 0,00        | 0,00        | 4,46        | 13,03       | 12,66       | 12,30       | 34,38       | 36,26       | 36,44       |
| 24011 | 9,08        | 9,29        | 8,23        | 3,12        | 2,86        | 3,21        | 2,17        | 1,46        | 2,25        | 1,44        | 1,94        | 1,51        | 0,00        | 0,00        | 0,08        | 8,59        | 4,12        | 4,49        | 50,98       | 58,59       | 58,41       |
| 24026 | 15,80       | 16,75       | 18,11       | 3,51        | 3,43        | 3,43        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 56,38       | 51,21       | 51,57       | 1,16        | 0,00        | 0,00        | 6,16        | 10,62       | 11,46       | 2,45        | 2,53        | 2,53        |
| 34016 | 7,14        | 18,24       | 18,19       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 7,12        | 2,93        | 2,34        | 35,37       | 26,69       | 24,82       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 4,79        | 6,65        | 43,96       | 40,53       | 41,31       |
| 34017 | 12,62       | 15,52       | 17,24       | 0,98        | 2,13        | 2,13        | 2,52        | 3,09        | 1,29        | 20,39       | 14,10       | 11,64       | 0,00        | 0,00        | 1,00        | 1,61        | 4,45        | 5,44        | 52,95       | 51,99       | 51,18       |
| 34018 | 40,99       | 29,83       | 31,89       | 6,15        | 20,63       | 18,51       | 3,02        | 5,27        | 7,73        | 17,64       | 13,26       | 6,28        | 0,00        | 0,00        | 2,77        | 9,34        | 8,43        | 10,23       | 18,04       | 17,17       | 17,18       |
| 34019 | 66,97       | 39,57       | 39,31       | 1,87        | 29,73       | 26,22       | 2,28        | 10,40       | 14,06       | 3,60        | 2,30        | 0,72        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 2,48        | 2,22        | 2,88        | 12,37       | 5,03        | 5,02        |
| 34020 | 77,37       | 56,32       | 56,12       | 0,00        | 15,11       | 15,11       | 5,97        | 12,77       | 12,77       | 1,65        | 0,97        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,03        | 0,73        | 1,91        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 34021 | 62,69       | 51,67       | 52,76       | 10,52       | 21,81       | 21,81       | 8,91        | 10,86       | 13,22       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 3,84        | 3,89        | 0,45        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 34022 | 38,38       | 29,19       | 32,58       | 14,67       | 18,67       | 18,67       | 15,23       | 22,44       | 27,44       | 0,07        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 14,51       | 14,13       | 5,57        | 3,59        | 4,34        | 4,51        |
| 34023 | 24,77       | 25,39       | 28,77       | 2,42        | 2,18        | 2,18        | 1,51        | 3,20        | 3,20        | 7,32        | 10,44       | 9,61        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 16,64       | 15,24       | 9,00        | 30,97       | 32,32       | 31,84       |
| 34031 | 26,77       | 23,11       | 26,67       | 7,57        | 10,95       | 11,05       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 33,32       | 32,63       | 28,39       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 9,75        | 10,25       | 9,99        | 14,34       | 15,32       | 14,23       |
| 34032 | 1,83        | 1,66        | 3,71        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,66        | 1,66        | 0,00        | 47,74       | 47,80       | 43,28       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 12,23       | 12,38       | 16,10       | 28,89       | 32,13       | 32,00       |
| 34033 | 10,41       | 13,58       | 13,76       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,15        | 1,16        | 0,00        | 32,59       | 30,03       | 26,98       | 5,94        | 5,10        | 4,84        | 17,41       | 19,34       | 23,42       | 25,84       | 27,54       | 27,49       |
| 34034 | 19,95       | 23,27       | 23,47       | 8,70        | 7,61        | 8,50        | 3,96        | 3,94        | 3,94        | 39,24       | 36,79       | 33,08       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 11,37       | 11,34       | 13,96       | 10,71       | 8,39        | 11,05       |
| 34035 | 10,35       | 12,69       | 12,70       | 3,70        | 2,28        | 2,91        | 0,26        | 0,59        | 0,60        | 47,39       | 52,70       | 42,49       | 0,00        | 0,00        | 3,37        | 12,53       | 7,89        | 13,08       | 18,77       | 15,25       | 15,87       |
| 34042 | 23,42       | 28,91       | 28,98       | 3,98        | 5,33        | 5,33        | 0,78        | 0,00        | 0,00        | 40,78       | 34,79       | 29,67       | 0,00        | 0,00        | 3,00        | 12,42       | 12,01       | 14,31       | 5,86        | 6,73        | 5,38        |
| 34085 | 7,14        | 8,73        | 10,38       | 0,41        | 0,25        | 0,25        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 65,55       | 61,57       | 55,85       | 8,70        | 6,69        | 6,44        | 11,48       | 11,23       | 15,24       | 6,57        | 11,32       | 11,63       |
| 44004 | 19,58       | 13,09       | 13,80       | 9,90        | 12,11       | 12,64       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 63,03       | 55,49       | 49,19       | 0,00        | 9,16        | 6,57        | 6,84        | 9,51        | 17,17       | 0,03        | 0,01        | 0,00        |
| 44026 | 9,43        | 10,73       | 11,29       | 0,00        | 0,94        | 1,07        | 0,00        | 3,62        | 0,00        | 39,32       | 37,19       | 35,00       | 4,41        | 4,19        | 2,03        | 24,89       | 20,49       | 26,94       | 20,70       | 21,58       | 22,42       |
| 44027 | 10,58       | 10,67       | 13,83       | 0,10        | 0,63        | 0,67        | 0,00        | 0,00        | 0,09        | 22,79       | 27,42       | 20,78       | 3,05        | 2,22        | 4,93        | 11,95       | 11,91       | 11,17       | 47,44       | 39,92       | 42,68       |
| 54006 | 8,10        | 8,40        | 8,43        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 50,33       | 39,26       | 36,00       | 11,45       | 15,29       | 16,83       | 6,59        | 9,84        | 10,35       | 23,47       | 24,17       | 27,29       |
| ...   | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         |

| SITE  | COR70<br>11 | COR90<br>11 | COR06<br>11 | COR70<br>12 | COR90<br>12 | COR06<br>12 | COR70<br>14 | COR90<br>14 | COR06<br>14 | COR70<br>21 | COR90<br>21 | COR06<br>21 | COR70<br>23 | COR90<br>23 | COR06<br>23 | COR70<br>24 | COR90<br>24 | COR06<br>24 | COR70<br>31 | COR90<br>31 | COR06<br>31 |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ...   | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         |
| 54012 | 25,62       | 19,74       | 20,56       | 0,00        | 7,49        | 7,35        | 2,31        | 2,34        | 2,71        | 51,81       | 58,81       | 57,86       | 14,23       | 6,75        | 2,75        | 5,02        | 3,26        | 7,78        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| 54015 | 4,72        | 5,98        | 7,47        | 1,75        | 2,74        | 2,90        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 63,85       | 66,39       | 63,23       | 16,03       | 8,36        | 4,77        | 10,12       | 12,34       | 17,08       | 0,98        | 1,08        | 1,08        |
| 54016 | 14,97       | 15,71       | 16,94       | 4,88        | 4,85        | 4,40        | 0,00        | 0,03        | 4,33        | 53,31       | 59,51       | 55,30       | 7,59        | 1,10        | 3,73        | 14,16       | 13,82       | 10,17       | 3,38        | 3,49        | 3,65        |
| 54017 | 20,91       | 21,61       | 23,81       | 5,42        | 6,39        | 9,26        | 0,00        | 0,09        | 1,88        | 26,25       | 34,12       | 32,80       | 9,39        | 0,00        | 2,46        | 28,70       | 25,19       | 16,83       | 0,69        | 0,60        | 0,04        |
| 54032 | 17,55       | 18,64       | 17,43       | 1,47        | 1,50        | 3,24        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 58,57       | 64,50       | 57,17       | 14,64       | 3,98        | 7,44        | 6,28        | 9,25        | 12,56       | 0,01        | 0,05        | 0,07        |
| 54071 | 49,00       | 47,65       | 47,11       | 1,17        | 5,42        | 6,45        | 0,00        | 1,23        | 1,29        | 47,31       | 34,53       | 26,77       | 0,00        | 8,65        | 13,48       | 1,86        | 1,64        | 4,03        | 0,06        | 0,27        | 0,27        |
| 54072 | 7,70        | 7,96        | 9,55        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 70,74       | 65,80       | 56,28       | 0,00        | 6,05        | 10,38       | 12,42       | 10,56       | 13,30       | 8,90        | 9,40        | 10,24       |
| 54102 | 5,10        | 4,93        | 6,44        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 62,31       | 61,19       | 57,06       | 15,24       | 15,48       | 14,39       | 11,45       | 11,25       | 15,81       | 4,79        | 6,04        | 5,20        |
| 54103 | 7,56        | 7,37        | 8,75        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 4,91        | 4,99        | 67,78       | 73,44       | 60,22       | 11,58       | 1,21        | 5,52        | 8,12        | 8,59        | 15,70       | 4,93        | 4,46        | 4,79        |
| 64001 | 5,29        | 3,55        | 3,56        | 0,21        | 0,13        | 0,13        | 0,04        | 0,00        | 0,00        | 77,35       | 69,87       | 70,48       | 1,62        | 1,93        | 1,62        | 3,38        | 8,93        | 7,94        | 11,30       | 14,24       | 14,23       |
| 64002 | 23,20       | 19,07       | 19,08       | 10,63       | 13,06       | 12,67       | 9,05        | 6,32        | 6,32        | 33,90       | 32,12       | 30,83       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 8,26        | 12,37       | 10,37       | 13,69       | 15,78       | 15,78       |
| 64131 | 1,72        | 1,25        | 1,48        | 0,00        | 0,02        | 1,23        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 23,59       | 22,82       | 13,90       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 6,07        | 2,50        | 8,22        | 45,63       | 48,78       | 49,27       |
| 74013 | 1,36        | 1,18        | 1,18        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 64,20       | 51,11       | 40,36       | 3,29        | 18,75       | 28,72       | 20,32       | 17,09       | 18,09       | 3,88        | 4,59        | 4,37        |
| 74018 | 21,59       | 14,74       | 15,29       | 14,66       | 23,66       | 25,30       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 17,62       | 22,42       | 17,94       | 0,00        | 0,00        | 5,35        | 35,48       | 19,38       | 16,16       | 5,19        | 7,39        | 7,25        |
| 74020 | 10,51       | 14,33       | 12,72       | 1,51        | 2,00        | 1,83        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 35,60       | 32,25       | 26,18       | 0,20        | 0,00        | 1,72        | 27,36       | 12,95       | 13,96       | 3,60        | 2,75        | 2,75        |
| 74039 | 10,14       | 9,03        | 9,16        | 5,47        | 10,44       | 10,43       | 0,00        | 0,54        | 0,54        | 40,65       | 36,23       | 34,30       | 0,03        | 0,07        | 0,86        | 11,49       | 13,25       | 13,16       | 29,34       | 27,82       | 27,75       |
| 74044 | 49,50       | 51,10       | 49,97       | 24,19       | 23,39       | 25,00       | 5,85        | 6,46        | 6,46        | 7,86        | 5,84        | 10,62       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 9,18        | 8,92        | 3,85        | 2,04        | 3,32        | 3,11        |
| 74045 | 12,05       | 11,56       | 11,49       | 10,06       | 10,70       | 9,93        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 60,62       | 62,90       | 59,77       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 12,87       | 10,40       | 12,09       | 2,41        | 1,55        | 1,55        |
| 74068 | 8,64        | 7,40        | 7,40        | 0,16        | 0,10        | 0,10        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 63,89       | 57,62       | 57,58       | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 7,22        | 12,34       | 12,34       | 19,33       | 21,79       | 21,78       |
| 74078 | 30,26       | 24,11       | 24,77       | 4,93        | 11,07       | 12,45       | 0,00        | 1,35        | 1,46        | 47,15       | 47,70       | 52,71       | 6,40        | 8,94        | 1,43        | 10,89       | 6,46        | 6,81        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |

**LEGENDA:** SITE: kódové označení lokality, COR70: CORINE Land Cover 70. léta, COR90: CORINE Land Cover 1990, COR06: CORINE Land Cover 2006,

11: Městská zástavba, 12: Průmyslové, obchodní a dopravní oblasti, 14: Oblasti zeleně a rekreační oblasti, 21: Orná půda, 23: Travní porosty,

24: Smíšené zemědělské oblasti, 31 Lesy

## PŘÍLOHA č.5: VYBRANÉ KRAJINNÉ INDIKÁTORY V OKOLÍ STOJATÝCH VOD

| SITE  | N_PATCH_70 | N_PATCH_90 | N_PATCH_06 | N_CLASS_70 | N_CLASS_90 | N_CLASS_06 | SHDI_70 | SHDI_90 | SHDI_06 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|---------|
| 11001 | 53         | 62         | 64         | 6          | 8          | 9          | 1,720   | 1,661   | 1,784   |
| 11002 | 43         | 56         | 56         | 8          | 9          | 9          | 1,293   | 1,402   | 1,537   |
| 11004 | 23         | 25         | 21         | 8          | 10         | 7          | 1,761   | 1,975   | 1,764   |
| 11005 | 17         | 23         | 24         | 6          | 7          | 7          | 1,371   | 1,665   | 1,616   |
| 12032 | 25         | 25         | 24         | 8          | 7          | 7          | 1,810   | 1,669   | 1,584   |
| 12033 | 14         | 14         | 18         | 6          | 6          | 6          | 1,472   | 1,530   | 1,623   |
| 22020 | 13         | 12         | 11         | 7          | 6          | 6          | 1,182   | 1,213   | 1,234   |
| 23002 | 6          | 6          | 6          | 5          | 6          | 6          | 1,118   | 1,138   | 1,362   |
| 31001 | 24         | 27         | 27         | 6          | 7          | 7          | 1,312   | 1,196   | 1,422   |
| 32051 | 18         | 17         | 20         | 7          | 6          | 7          | 1,333   | 1,301   | 1,551   |
| 32058 | 32         | 34         | 35         | 6          | 8          | 7          | 1,306   | 1,358   | 1,474   |
| 32059 | 23         | 27         | 24         | 5          | 6          | 5          | 1,196   | 1,563   | 1,478   |
| 32060 | 45         | 47         | 44         | 7          | 7          | 6          | 1,158   | 1,477   | 1,253   |
| 32063 | 21         | 20         | 22         | 5          | 5          | 5          | 0,961   | 0,957   | 0,959   |
| 32064 | 42         | 43         | 48         | 6          | 6          | 7          | 0,698   | 0,752   | 0,776   |
| 42020 | 30         | 31         | 34         | 6          | 6          | 6          | 1,072   | 1,179   | 1,267   |
| 51001 | 38         | 42         | 43         | 9          | 9          | 8          | 1,428   | 1,463   | 1,499   |
| 52038 | 16         | 16         | 16         | 5          | 4          | 5          | 1,165   | 1,150   | 1,346   |
| 52040 | 16         | 18         | 19         | 3          | 4          | 4          | 0,540   | 0,594   | 0,600   |
| 52041 | 19         | 22         | 24         | 5          | 5          | 5          | 0,883   | 1,019   | 1,122   |
| 52042 | 13         | 13         | 13         | 5          | 5          | 5          | 1,076   | 1,024   | 1,188   |
| 52043 | 30         | 30         | 31         | 6          | 7          | 7          | 1,387   | 1,442   | 1,583   |
| 52045 | 12         | 14         | 14         | 5          | 6          | 5          | 1,214   | 1,292   | 1,349   |
| 52046 | 34         | 42         | 42         | 6          | 7          | 6          | 1,328   | 1,411   | 1,430   |
| 52062 | 19         | 19         | 24         | 5          | 5          | 7          | 1,245   | 1,028   | 1,308   |
| 62014 | 72         | 78         | 85         | 5          | 7          | 7          | 1,134   | 1,387   | 1,379   |
| 62052 | 39         | 46         | 49         | 8          | 10         | 10         | 1,395   | 1,548   | 1,727   |
| 62054 | 20         | 22         | 26         | 5          | 6          | 8          | 1,310   | 1,518   | 1,755   |
| 62055 | 22         | 23         | 28         | 7          | 7          | 7          | 1,125   | 1,549   | 1,501   |
| 62056 | 28         | 29         | 30         | 8          | 9          | 8          | 1,531   | 1,767   | 1,597   |
| 62066 | 24         | 23         | 23         | 8          | 8          | 7          | 1,492   | 1,528   | 1,496   |
| 72010 | 18         | 19         | 20         | 6          | 7          | 8          | 0,929   | 1,046   | 1,099   |
| 72020 | 42         | 48         | 49         | 6          | 7          | 8          | 1,169   | 1,320   | 1,465   |
| 72024 | 16         | 18         | 17         | 6          | 7          | 7          | 1,325   | 1,615   | 1,619   |
| 72025 | 29         | 34         | 34         | 5          | 6          | 6          | 1,173   | 1,543   | 1,595   |
| 72027 | 23         | 27         | 26         | 5          | 8          | 7          | 1,296   | 1,749   | 1,729   |
| 72028 | 18         | 20         | 20         | 6          | 6          | 6          | 1,349   | 1,483   | 1,557   |
| 72035 | 10         | 11         | 11         | 5          | 6          | 6          | 1,194   | 1,292   | 1,292   |
| 72046 | 17         | 23         | 25         | 6          | 7          | 8          | 1,022   | 1,735   | 1,979   |
| 73005 | 16         | 19         | 19         | 6          | 7          | 8          | 1,369   | 1,474   | 1,608   |
| 73020 | 40         | 41         | 42         | 6          | 8          | 8          | 1,565   | 1,722   | 1,887   |
| 73021 | 28         | 31         | 30         | 8          | 8          | 8          | 1,893   | 1,751   | 1,700   |

**LEGENDA:** N\_PATCH: počet ploček, N\_CLASS: počet tříd, SHDI: Shannonův index diverzity

(vždy pro každé z období 1970, 1990 a 2006)



# **PŘÍLOHA č.6: VYBRANÉ KRAJINNÉ INDIKÁTORY V OKOLÍ VODNÍCH TOKŮ**

| SITE  | N_PATCH_70 | N_PATCH_90 | N_PATCH_06 | N_CLASS_70 | N_CLASS_90 | N_CLASS_06 | SHDI_70 | SHDI_90 | SHDI_06 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|---------|
| 14010 | 39         | 44         | 47         | 6          | 7          | 8          | 1,435   | 1,575   | 1,546   |
| 14011 | 41         | 48         | 54         | 7          | 6          | 7          | 0,568   | 0,985   | 1,121   |
| 14030 | 48         | 46         | 50         | 9          | 8          | 8          | 1,733   | 1,646   | 1,620   |
| 14061 | 46         | 49         | 57         | 7          | 8          | 8          | 1,146   | 1,105   | 1,334   |
| 14070 | 34         | 37         | 41         | 7          | 7          | 8          | 1,505   | 1,584   | 1,705   |
| 24001 | 107        | 108        | 110        | 8          | 9          | 10         | 1,705   | 1,609   | 1,678   |
| 24002 | 61         | 63         | 60         | 9          | 8          | 8          | 1,491   | 1,426   | 1,361   |
| 24007 | 34         | 38         | 38         | 8          | 8          | 9          | 1,465   | 1,771   | 1,827   |
| 24008 | 47         | 48         | 51         | 6          | 7          | 8          | 1,615   | 1,687   | 1,604   |
| 24009 | 59         | 66         | 63         | 6          | 7          | 8          | 1,600   | 1,628   | 1,793   |
| 24011 | 40         | 44         | 40         | 8          | 8          | 8          | 1,337   | 1,594   | 1,822   |
| 24026 | 51         | 57         | 54         | 8          | 8          | 8          | 1,340   | 1,448   | 1,447   |
| 34016 | 15         | 19         | 20         | 5          | 6          | 6          | 1,258   | 1,335   | 1,376   |
| 34017 | 36         | 53         | 56         | 8          | 9          | 10         | 1,320   | 1,751   | 1,957   |
| 34018 | 51         | 60         | 59         | 7          | 7          | 9          | 1,710   | 1,548   | 1,665   |
| 34019 | 28         | 34         | 38         | 7          | 7          | 8          | 1,318   | 1,499   | 1,550   |
| 34020 | 19         | 26         | 25         | 5          | 6          | 6          | 1,148   | 1,481   | 1,470   |
| 34021 | 15         | 20         | 21         | 5          | 5          | 5          | 1,261   | 1,291   | 1,160   |
| 34022 | 43         | 48         | 47         | 8          | 7          | 7          | 1,626   | 1,564   | 1,533   |
| 34023 | 40         | 39         | 37         | 9          | 9          | 9          | 1,816   | 1,714   | 1,763   |
| 34031 | 31         | 35         | 34         | 6          | 6          | 6          | 1,489   | 1,636   | 1,598   |
| 34032 | 65         | 65         | 66         | 6          | 6          | 5          | 1,433   | 1,376   | 1,358   |
| 34033 | 73         | 73         | 72         | 7          | 7          | 6          | 1,683   | 1,699   | 1,618   |
| 34034 | 36         | 34         | 36         | 7          | 8          | 7          | 1,792   | 1,829   | 1,826   |
| 34035 | 49         | 45         | 52         | 7          | 7          | 8          | 1,433   | 1,226   | 1,505   |
| 34042 | 33         | 36         | 33         | 8          | 7          | 9          | 1,619   | 1,622   | 1,758   |
| 34085 | 52         | 57         | 59         | 7          | 7          | 7          | 1,175   | 1,214   | 1,314   |
| 44004 | 35         | 37         | 38         | 6          | 7          | 6          | 1,057   | 1,324   | 1,397   |
| 44026 | 47         | 57         | 52         | 6          | 8          | 8          | 1,458   | 1,613   | 1,415   |
| 44027 | 53         | 57         | 61         | 8          | 8          | 10         | 1,385   | 1,576   | 1,781   |
| 54006 | 24         | 26         | 30         | 6          | 7          | 7          | 1,321   | 1,516   | 1,481   |
| 54012 | 48         | 51         | 53         | 6          | 8          | 7          | 1,251   | 1,285   | 1,275   |
| 54015 | 43         | 48         | 49         | 8          | 9          | 10         | 1,250   | 1,243   | 1,295   |
| 54016 | 79         | 79         | 83         | 9          | 9          | 9          | 1,433   | 1,196   | 1,363   |
| 54017 | 45         | 48         | 51         | 8          | 8          | 10         | 1,715   | 1,571   | 1,802   |
| 54032 | 55         | 54         | 62         | 7          | 7          | 7          | 1,271   | 1,123   | 1,319   |
| 54071 | 29         | 36         | 37         | 6          | 8          | 8          | 0,861   | 1,109   | 1,724   |
| 54072 | 40         | 45         | 47         | 5          | 6          | 7          | 1,038   | 1,101   | 1,278   |
| 54102 | 20         | 20         | 19         | 6          | 6          | 6          | 1,354   | 1,370   | 1,424   |
| 54103 | 13         | 13         | 15         | 6          | 7          | 7          | 1,110   | 1,012   | 1,323   |
| 64001 | 22         | 21         | 22         | 9          | 8          | 9          | 1,504   | 1,470   | 1,618   |
| 64002 | 23         | 23         | 25         | 7          | 7          | 8          | 1,703   | 1,746   | 1,844   |
| 64131 | 39         | 41         | 44         | 7          | 8          | 7          | 1,340   | 1,342   | 1,434   |
| 74013 | 26         | 30         | 30         | 6          | 6          | 6          | 1,090   | 1,343   | 1,414   |
| 74018 | 86         | 93         | 93         | 9          | 10         | 10         | 1,666   | 1,867   | 1,977   |
| 74020 | 39         | 42         | 43         | 9          | 8          | 9          | 1,696   | 1,772   | 1,866   |
| 74039 | 85         | 99         | 100        | 8          | 8          | 8          | 1,489   | 1,515   | 1,593   |
| 74044 | 27         | 28         | 30         | 8          | 7          | 7          | 1,211   | 1,285   | 1,308   |
| 74045 | 42         | 43         | 44         | 7          | 7          | 7          | 1,114   | 1,028   | 0,951   |
| 74068 | 23         | 23         | 25         | 6          | 6          | 7          | 1,163   | 1,201   | 1,203   |
| 74078 | 43         | 46         | 46         | 6          | 7          | 7          | 1,303   | 1,401   | 1,163   |

**LEGENDA:** N\_PATCH: počet ploček, N\_CLASS: počet tříd, SHDI: Shannonův index diverzity  
(vždy pro každé z období 1970, 1990 a 2006)

# PŘÍLOHA č.7 : VYBRANÉ DRUHY

| CODE | SPECIES - latinský<br>název   | Druh - český<br>název | počty lokalit |      |      |        | počty exemplářů |       |       |        |
|------|-------------------------------|-----------------------|---------------|------|------|--------|-----------------|-------|-------|--------|
|      |                               |                       | 1975          | 1990 | 2006 | celkem | 1975            | 1990  | 2006  | celkem |
| 74   | <i>Alcedo atthis</i>          | Ledňáček říční        | 14            | 8    | 32   | 54     | 29              | 12    | 61    | 102    |
| 26   | <i>Anas crecca</i>            | Čírka obecná          | 30            | 18   | 26   | 74     | 1505            | 458   | 517   | 2480   |
| 23   | <i>Anas platyrhynchos</i>     | Kachna divoká         | 144           | 149  | 151  | 444    | 49145           | 64330 | 63659 | 177134 |
| 153  | <i>Anser albifrons</i>        | Husa běločelá         | 0             | 0    | 4    | 4      | 0               | 0     | 195   | 195    |
| 22   | <i>Anser anser</i>            | Husa velká            | 1             | 2    | 10   | 13     | 36              | 13    | 612   | 661    |
| 101  | <i>Anser fabalis</i>          | Husa polní            | 1             | 3    | 5    | 9      | 63              | 126   | 362   | 551    |
| 9    | <i>Ardea cinerea</i>          | Volavka popelavá      | 30            | 108  | 115  | 253    | 161             | 968   | 1067  | 2196   |
| 31   | <i>Aythya ferina</i>          | Polák velký           | 41            | 36   | 30   | 107    | 714             | 3610  | 549   | 4873   |
| 32   | <i>Aythya fuligula</i>        | Polák chocholačka     | 28            | 45   | 44   | 117    | 508             | 2619  | 4713  | 7840   |
| 34   | <i>Bucephala clangula</i>     | Hohol severní         | 21            | 22   | 21   | 64     | 327             | 541   | 536   | 1404   |
| 21   | <i>Cygnus olor</i>            | Labuť velká           | 40            | 101  | 89   | 230    | 568             | 3326  | 1364  | 5258   |
| 48   | <i>Fulica atra</i>            | Lyska černá           | 105           | 90   | 82   | 277    | 17051           | 11783 | 5833  | 34667  |
| 47   | <i>Gallinula chloropus</i>    | Slípka zelenonohá     | 67            | 33   | 42   | 142    | 751             | 474   | 249   | 1474   |
| 67   | <i>Larus canus</i>            | Racek bouřní          | 15            | 24   | 25   | 64     | 106             | 713   | 892   | 1711   |
| 69   | <i>Larus ridibundus</i>       | Racek chechtavý       | 74            | 74   | 50   | 198    | 12485           | 21204 | 7153  | 40842  |
| 35   | <i>Mergus merganser</i>       | Morčák velký          | 16            | 24   | 54   | 94     | 198             | 528   | 924   | 1650   |
| 8    | <i>Phalacrocorax carbo</i>    | Kormorán velký        | 0             | 4    | 87   | 91     |                 | 32    | 6172  | 6204   |
| 7    | <i>Tachybaptus ruficollis</i> | Potápka malá          | 74            | 55   | 58   | 187    | 515             | 279   | 301   | 1095   |

**LEGENDA:** CODE: Kódové označení druhu, počty lokalit: počty obsazených lokalit

**PŘÍLOHA č.8: SOUHRNNÉ STATISTIKY VYBRANÝCH PARAMETRŮ PROSTŘEDÍ PRO STOJATÉ VODY**

| mapovací<br>období<br>charakteristika | 1975     |          |         |         |          | 1990     |          |        |         |          | 2006     |         |        |         |         |
|---------------------------------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|--------|---------|----------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                       | Mean ±   | St.dev.  | Median  | Min     | Max      | Mean ±   | St.dev.  | Median | Min     | Max      | Mean ±   | St.dev. | Median | Min     | Max     |
| AREA_51 [ha]                          | 153,288  | 184,273  | 95,22   | 9,333   | 921,052  | 153,288  | 184,273  | 95,22  | 9,33    | 921,05   | 154,493  | 185,060 | 95,22  | 9,33    | 921,05  |
| DEPTH [m]                             | 4,050    | 5,172    | 2       | 2       | 25       | 4,050    | 5,172    | 2      | 2       | 25       | 4,075    | 5,199   | 2      | 2       | 25      |
| ALT_MEAN [m n.m.]                     | 280,145  | 83,652   | 248,75  | 170,94  | 469,03   | 280,145  | 83,652   | 248,75 | 170,94  | 469,03   | 278,980  | 83,472  | 247,14 | 170,94  | 469,03  |
| ALT_STD                               | 13,082   | 6,413    | 11,65   | 3,33    | 29,18    | 13,082   | 6,413    | 11,65  | 3,33    | 29,18    | 13,142   | 6,428   | 11,71  | 3,33    | 29,18   |
| COR_11                                | 4,699    | 4,460    | 3,89    | 0       | 23,49    | 5,223    | 4,676    | 4,53   | 0       | 20,52    | 5,718    | 4,796   | 4,97   | 0       | 20,45   |
| COR_12                                | 1,010    | 2,867    | 0       | 0       | 12,96    | 1,418    | 2,697    | 0      | 0       | 11,41    | 1,851    | 3,244   | 0      | 0       | 12,09   |
| COR_13                                | 2,393    | 6,480    | 0       | 0       | 27,57    | 2,611    | 7,312    | 0      | 0       | 30,10    | 2,350    | 7,429   | 0      | 0       | 32,16   |
| COR_14                                | 0,152    | 0,589    | 0       | 0       | 2,96     | 0,484    | 1,634    | 0      | 0       | 7,86     | 0,457    | 1,598   | 0      | 0       | 9,03    |
| COR_21                                | 46,340   | 19,018   | 47,77   | 0       | 85,27    | 44,404   | 17,782   | 46,01  | 0,51    | 79,08    | 39,935   | 19,304  | 39,42  | 0       | 79,77   |
| COR_22                                | 0,642    | 2,951    | 0       | 0       | 17,74    | 0,359    | 1,552    | 0      | 0       | 7,28     | 0,413    | 1,796   | 0      | 0       | 9,41    |
| COR_23                                | 2,485    | 4,038    | 0       | 0       | 16,61    | 3,898    | 5,260    | 1,17   | 0       | 16,72    | 6,000    | 6,800   | 3,86   | 0       | 27,20   |
| COR_24                                | 14,845   | 11,706   | 10,79   | 0       | 55,48    | 12,280   | 8,020    | 11,17  | 0       | 32,56    | 13,305   | 8,055   | 12,65  | 0       | 32,99   |
| COR_31                                | 16,958   | 16,378   | 11,19   | 0       | 57,32    | 16,245   | 15,141   | 9,56   | 0       | 51,47    | 17,437   | 15,361  | 12,95  | 0       | 57,02   |
| COR_32                                | 0,541    | 1,382    | 0       | 0       | 5,36     | 2,733    | 5,871    | 0,13   | 0       | 30,05    | 1,752    | 4,748   | 0      | 0       | 25,75   |
| COR_41                                | 0,033    | 0,215    | 0       | 0       | 1,40     | 0,176    | 0,676    | 0      | 0       | 3,94     | 0,291    | 0,903   | 0      | 0       | 3,94    |
| COR_51                                | 9,578    | 6,172    | 8,57    | 1,84    | 33,15    | 9,685    | 6,316    | 8,20   | 1,84    | 33,16    | 10,019   | 6,234   | 8,32   | 1,84    | 32,38   |
| NO_PATCH                              | 25,905   | 12,954   | 23      | 6       | 72       | 28,500   | 14,784   | 24     | 6       | 78       | 29,422   | 15,563  | 24     | 6       | 85      |
| NO_CLASS                              | 6,119    | 1,226    | 6       | 3       | 9        | 6,810    | 1,393    | 7      | 4       | 10       | 6,819    | 1,270   | 7      | 4       | 10      |
| SHDI                                  | 1,269    | 0,267    | 1,29    | 0,54    | 1,89     | 1,393    | 0,289    | 1,45   | 0,59    | 1,98     | 1,457    | 0,276   | 1,50   | 0,60    | 1,98    |
| MESTO                                 | 1,310    | 0,836    | 1       | 0       | 4        | 1,310    | 0,836    | 1      | 0       | 4        | 1,310    | 0,836   | 1      | 0       | 4       |
| W_MEAN [°C]                           | 0,945    | 2,013    | 1,04    | -4,91   | 3,98     | 0,113    | 3,597    | 0,90   | -12,54  | 7,38     | 1,873    | 5,611   | 2,15   | -7,79   | 9,25    |
| CV                                    | 673,748  | 3673,896 | 127,92  | 30,90   | 33726,70 | 774,624  | 1905,621 | 137,30 | 30,92   | 10340,70 | 141,057  | 254,124 | 59,22  | 19,19   | 1324,69 |
| NEG_T                                 | -129,792 | 86,465   | -105,20 | -473,00 | 0        | -192,968 | 188,354  | -95,89 | -919,40 | 0        | -174,953 | 223,248 | -68,11 | -703,90 | 0       |
| TO [°C]                               | 0,552    | 3,237    | 0,35    | -7,10   | 6,00     | -0,142   | 3,833    | 0,50   | -8,00   | 7,10     | 1,875    | 6,180   | 0,40   | -9,90   | 11,60   |
| SNOW                                  | 23,381   | 30,077   | 14,5    | 0       | 131      | 7,690    | 25,953   | 0      | 0       | 165      | 36,916   | 51,431  | 8      | 0       | 165     |

**PŘÍLOHA č.9: SOUHRNNÉ STATISTIKY VYBRANÝCH PARAMETRŮ PROSTŘEDÍ PRO VODNÍ TOKY**

| mapovací období<br>charakteristika | 1975     |          |         |         |          | 1990     |          |         |         |         | 2006     |          |         |          |         |
|------------------------------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|
|                                    | Mean ±   | St. dev. | Median  | Min     | Max      | Mean ±   | St. dev. | Median  | Min     | Max     | Mean ±   | St. dev. | Median  | Min      | Max     |
| AREA_51 [ha]                       | 89,664   | 107,868  | 57,45   | 0,34    | 464,40   | 88,997   | 107,544  | 57,50   | 0,34    | 464,40  | 87,480   | 104,062  | 57,45   | 0,34     | 464,40  |
| LENGTH [km]                        | 7,895    | 3,851    | 6,69    | 2,12    | 17,47    | 7,896    | 3,831    | 6,69    | 2,13    | 17,47   | 7,925    | 3,718    | 6,71    | 2,13     | 17,47   |
| ALT_MEAN [m n.m.]                  | 256,480  | 82,471   | 225,11  | 158,87  | 440,36   | 258,080  | 83,637   | 225,11  | 158,87  | 440,36  | 257,949  | 82,980   | 225,11  | 158,87   | 440,36  |
| ALT_STD                            | 21,338   | 20,579   | 15,31   | 2,54    | 89,78    | 21,316   | 20,478   | 15,31   | 2,54    | 89,78   | 21,173   | 20,626   | 15,19   | 2,54     | 89,78   |
| COR_11                             | 19,865   | 17,012   | 15,80   | 0,70    | 77,37    | 18,155   | 13,158   | 14,74   | 1,18    | 56,32   | 18,693   | 13,168   | 13,98   | 1,18     | 56,12   |
| COR_12                             | 4,235    | 5,154    | 1,87    | 0       | 24,19    | 6,664    | 7,514    | 3,43    | 0       | 29,73   | 7,261    | 7,625    | 4,21    | 0        | 26,22   |
| COR_13                             | 0,417    | 0,927    | 0       | 0       | 6,65     | 0,430    | 1,148    | 0       | 0       | 7,20    | 0,562    | 1,293    | 0       | 0        | 6,65    |
| COR_14                             | 1,543    | 3,012    | 0       | 0       | 15,23    | 2,212    | 4,121    | 0,54    | 0       | 22,44   | 2,470    | 5,003    | 0,09    | 0        | 27,44   |
| COR_21                             | 38,174   | 22,514   | 40,44   | 0       | 81,19    | 36,664   | 21,764   | 36,23   | 0       | 73,44   | 33,109   | 21,235   | 33,08   | 0        | 70,48   |
| COR_22                             | 0,535    | 2,190    | 0       | 0       | 10,17    | 0,543    | 2,200    | 0,00    | 0       | 13,32   | 0,369    | 1,681    | 0,00    | 0        | 14,28   |
| COR_23                             | 3,270    | 5,089    | 0       | 0       | 16,03    | 3,271    | 5,306    | 0,00    | 0       | 18,75   | 4,290    | 5,846    | 2,36    | 0        | 28,72   |
| COR_24                             | 11,478   | 7,570    | 10,97   | 0       | 35,48    | 10,704   | 5,489    | 10,56   | 0,73    | 25,19   | 11,753   | 5,517    | 12,09   | 0,45     | 26,94   |
| COR_31                             | 14,810   | 15,658   | 8,90    | 0       | 52,95    | 15,221   | 15,964   | 8,39    | 0       | 58,59   | 15,078   | 16,108   | 8,75    | 0        | 58,41   |
| COR_32                             | 0,541    | 1,357    | 0,00    | 0       | 7,24     | 1,037    | 2,966    | 0       | 0       | 19,16   | 1,179    | 3,194    | 0       | 0        | 19,81   |
| COR_41                             | 0        | 0        | 0       | 0       | 0        | 0,046    | 0,329    | 0       | 0       | 2,36    | 0        | 0        | 0       | 0        | 0       |
| COR_51                             | 4,774    | 4,817    | 1,82    | 0,03    | 21,34    | 4,714    | 4,862    | 2,62    | 0,03    | 22,87   | 4,885    | 5,108    | 3,11    | 0,03     | 25,16   |
| NO_PATCH                           | 1,385    | 0,253    | 40      | 13      | 107      | 1,448    | 0,230    | 45      | 13      | 108     | 1,521    | 0,236    | 47      | 15       | 110     |
| NO_CLASS                           | 42,683   | 19,146   | 7       | 5       | 9        | 46,118   | 19,778   | 7       | 5       | 10      | 47,990   | 19,815   | 8       | 5        | 10      |
| SHDI                               | 7,069    | 1,185    | 1,39    | 0,57    | 1,82     | 7,353    | 1,011    | 1,48    | 0,99    | 1,87    | 7,724    | 1,322    | 1,52    | 0,95     | 1,98    |
| MESTO                              | 2,851    | 1,314    | 3       | 0       | 5        | 2,843    | 1,311    | 3       | 0       | 5       | 2,867    | 1,321    | 3       | 0        | 5       |
| W_MEAN [°C]                        | 0,980    | 2,048    | 0,84    | -5,43   | 4,68     | -0,123   | 4,103    | 0,62    | -13,21  | 8,21    | 1,304    | 6,274    | 0,86    | -9,79    | 9,25    |
| CV                                 | 676,077  | 3392,406 | 113,35  | 40,23   | 33726,70 | 643,190  | 1655,112 | 154,30  | 33,21   | 9464,61 | 117,491  | 240,065  | 52,65   | 20,97    | 1324,69 |
| NEG_T                              | -131,952 | 89,305   | -115,90 | -458,20 | -22,40   | -214,986 | 203,768  | -128,55 | -906,00 | 0,00    | -225,243 | 238,817  | -137,75 | -1017,90 | 0,00    |
| T0 [°C]                            | 0,861    | 3,219    | 0,80    | -10,50  | 7,40     | -0,311   | 4,488    | 1,05    | -8,90   | 8,30    | 1,763    | 6,431    | 0,20    | -7,30    | 12,30   |
| SNOW                               | 19,485   | 28,568   | 8       | 0       | 165      | 10,186   | 27,45428 | 0       | 0       | 158,00  | 36,316   | 56,894   | 0       | 0        | 327     |

# **Příloha č.10: SPEARMANOVA KORELAČNÍ MATICE PRO VYSVĚTLUJÍCÍ PROMĚNNÉ PROSTŘEDÍ**

|           | AREA51<br>[ha] | LENGTH<br>[km] | ALT<br>MEAN | ALT<br>STD | COR<br>11 | COR<br>12 | COR<br>13 | COR<br>14 | COR<br>21 | COR<br>22 | COR<br>23 | COR<br>24 | COR<br>31 | COR<br>32 | COR<br>41 | COR<br>51 | NO<br>PATCH | NO<br>CLASS | SHDI   | MESTO  | W<br>MEAN | CV     | NEG_T  | TO     | SNOW   |
|-----------|----------------|----------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| AREA51_ha | 1,000          | 0,253          | -0,521      | 0,286      | 0,121     | 0,114     | 0,271     | 0,194     | -0,567    | 0,137     | -0,481    | -0,059    | 0,389     | 0,200     | -0,066    | 0,944     | 0,128       | 0,172       | 0,409  | 0,280  | 0,164     | -0,256 | 0,141  | 0,152  | -0,173 |
| LENGTH_km | 0,253          | 1,000          | -0,044      | 0,089      | -0,333    | -0,140    | 0,151     | -0,304    | 0,230     | 0,296     | 0,078     | 0,157     | 0,174     | 0,054     | -0,040    | 0,014     | 0,625       | 0,287       | -0,070 | -0,109 | 0,024     | -0,051 | 0,012  | 0,028  | 0,016  |
| ALT_MEAN  | -0,521         | -0,044         | 1,000       | 0,296      | -0,133    | -0,237    | -0,141    | -0,078    | 0,166     | -0,402    | 0,559     | 0,047     | -0,087    | -0,091    | -0,022    | -0,530    | -0,075      | -0,099      | -0,270 | -0,144 | -0,082    | 0,141  | -0,042 | -0,032 | 0,179  |
| ALT_STD   | 0,286          | 0,089          | 0,296       | 1,000      | 0,234     | 0,118     | -0,031    | 0,222     | -0,531    | -0,012    | -0,135    | -0,208    | 0,409     | 0,111     | 0,007     | 0,234     | 0,039       | 0,087       | 0,241  | 0,334  | 0,035     | -0,016 | 0,038  | 0,096  | 0,033  |
| COR_11    | 0,121          | -0,333         | -0,133      | 0,234      | 1,000     | 0,640     | -0,125    | 0,526     | -0,556    | -0,059    | -0,304    | -0,302    | -0,299    | -0,036    | -0,002    | 0,233     | -0,059      | -0,005      | 0,218  | 0,730  | 0,105     | -0,143 | 0,065  | 0,105  | -0,075 |
| COR_12    | 0,114          | -0,140         | -0,237      | 0,118      | 0,640     | 1,000     | 0,080     | 0,369     | -0,429    | 0,096     | -0,358    | -0,076    | -0,281    | -0,003    | 0,132     | 0,158     | 0,158       | 0,217       | 0,251  | 0,662  | 0,075     | -0,148 | 0,052  | 0,068  | -0,089 |
| COR_13    | 0,271          | 0,151          | -0,141      | -0,031     | -0,125    | 0,080     | 1,000     | -0,205    | -0,112    | 0,225     | -0,151    | 0,276     | 0,095     | 0,364     | 0,127     | 0,230     | 0,148       | 0,574       | 0,325  | 0,094  | -0,034    | -0,062 | -0,052 | -0,029 | -0,005 |
| COR_14    | 0,194          | -0,304         | -0,078      | 0,222      | 0,526     | 0,369     | -0,205    | 1,000     | -0,528    | -0,256    | -0,328    | -0,387    | 0,045     | -0,064    | -0,076    | 0,267     | -0,158      | 0,024       | 0,181  | 0,510  | 0,135     | -0,147 | 0,104  | 0,103  | -0,150 |
| COR_21    | -0,567         | 0,230          | 0,166       | -0,531     | -0,556    | -0,429    | -0,112    | -0,528    | 1,000     | 0,113     | 0,403     | 0,104     | -0,353    | -0,192    | -0,060    | -0,617    | 0,033       | -0,134      | -0,562 | -0,595 | -0,128    | 0,256  | -0,108 | -0,172 | 0,120  |
| COR_22    | 0,137          | 0,296          | -0,402      | -0,012     | -0,059    | 0,096     | 0,225     | -0,256    | 0,113     | 1,000     | -0,190    | 0,041     | -0,081    | 0,202     | 0,211     | 0,103     | 0,311       | 0,339       | 0,119  | -0,022 | 0,057     | -0,024 | 0,062  | 0,046  | 0,003  |
| COR_23    | -0,481         | 0,078          | 0,559       | -0,135     | -0,304    | -0,358    | -0,151    | -0,328    | 0,403     | -0,190    | 1,000     | 0,222     | -0,241    | -0,100    | -0,076    | -0,488    | 0,074       | 0,004       | -0,124 | -0,413 | -0,064    | 0,075  | -0,024 | -0,027 | 0,144  |
| COR_24    | -0,059         | 0,157          | 0,047       | -0,208     | -0,302    | -0,076    | 0,276     | -0,387    | 0,104     | 0,041     | 0,222     | 1,000     | 0,072     | 0,142     | 0,117     | -0,086    | 0,321       | 0,187       | 0,296  | -0,113 | -0,011    | -0,036 | 0,000  | -0,003 | 0,043  |
| COR_31    | 0,389          | 0,174          | -0,087      | 0,409      | -0,299    | -0,281    | 0,095     | 0,045     | -0,353    | -0,081    | -0,241    | 0,072     | 1,000     | 0,131     | -0,002    | 0,280     | 0,119       | 0,190       | 0,442  | -0,100 | 0,001     | -0,061 | -0,024 | 0,012  | -0,021 |
| COR_32    | 0,200          | 0,054          | -0,091      | 0,111      | -0,036    | -0,003    | 0,364     | -0,064    | -0,192    | 0,202     | -0,100    | 0,142     | 0,131     | 1,000     | 0,166     | 0,163     | 0,162       | 0,616       | 0,375  | 0,045  | 0,009     | -0,039 | -0,009 | 0,071  | -0,037 |
| COR_41    | -0,066         | -0,040         | -0,022      | 0,007      | -0,002    | 0,132     | 0,127     | -0,076    | -0,060    | 0,211     | -0,076    | 0,117     | -0,002    | 0,166     | 1,000     | -0,070    | 0,130       | 0,139       | 0,137  | 0,079  | 0,027     | 0,061  | 0,054  | 0,035  | -0,013 |
| COR_51    | 0,944          | 0,014          | -0,530      | 0,234      | 0,233     | 0,158     | 0,230     | 0,267     | -0,617    | 0,103     | -0,488    | -0,086    | 0,280     | 0,163     | -0,070    | 1,000     | 0,005       | 0,091       | 0,412  | 0,305  | 0,176     | -0,285 | 0,155  | 0,152  | -0,194 |
| NO_PATCH  | 0,128          | 0,625          | -0,075      | 0,039      | -0,059    | 0,158     | 0,148     | -0,158    | 0,033     | 0,311     | 0,074     | 0,321     | 0,119     | 0,162     | 0,130     | 0,005     | 1,000       | 0,418       | 0,211  | 0,035  | 0,027     | -0,138 | 0,001  | 0,048  | -0,010 |
| NO_CLASS  | 0,172          | 0,287          | -0,099      | 0,087      | -0,005    | 0,217     | 0,574     | 0,024     | -0,134    | 0,339     | 0,004     | 0,187     | 0,190     | 0,616     | 0,139     | 0,091     | 0,418       | 1,000       | 0,497  | 0,160  | 0,044     | -0,133 | 0,007  | 0,068  | -0,022 |
| SHDI      | 0,409          | -0,070         | -0,270      | 0,241      | 0,218     | 0,251     | 0,325     | 0,181     | -0,562    | 0,119     | -0,124    | 0,296     | 0,442     | 0,375     | 0,137     | 0,412     | 0,211       | 0,497       | 1,000  | 0,257  | 0,068     | -0,220 | 0,040  | 0,077  | -0,029 |
| MESTO     | 0,280          | -0,109         | -0,144      | 0,334      | 0,730     | 0,662     | 0,094     | 0,510     | -0,595    | -0,022    | -0,413    | -0,113    | -0,100    | 0,045     | 0,079     | 0,305     | 0,035       | 0,160       | 0,257  | 1,000  | 0,127     | -0,189 | 0,104  | 0,112  | -0,146 |
| W_MEAN    | 0,164          | 0,024          | -0,082      | 0,035      | 0,105     | 0,075     | -0,034    | 0,135     | -0,128    | 0,057     | -0,064    | -0,011    | 0,001     | 0,009     | 0,027     | 0,176     | 0,027       | 0,044       | 0,068  | 0,127  | 1,000     | -0,386 | 0,957  | 0,874  | -0,583 |
| CV        | -0,256         | -0,051         | 0,141       | -0,016     | -0,143    | -0,148    | -0,062    | -0,147    | 0,256     | -0,024    | 0,075     | -0,036    | -0,061    | -0,039    | 0,061     | -0,285    | -0,138      | -0,133      | -0,220 | -0,189 | -0,386    | 1,000  | -0,362 | -0,342 | 0,155  |
| NEG_T     | 0,141          | 0,012          | -0,042      | 0,038      | 0,065     | 0,052     | -0,052    | 0,104     | -0,108    | 0,062     | -0,024    | 0,000     | -0,024    | -0,009    | 0,054     | 0,155     | 0,001       | 0,007       | 0,040  | 0,104  | 0,957     | -0,362 | 1,000  | 0,874  | -0,527 |
| TO        | 0,152          | 0,028          | -0,032      | 0,096      | 0,105     | 0,068     | -0,029    | 0,103     | -0,172    | 0,046     | -0,027    | -0,003    | 0,012     | 0,071     | 0,035     | 0,152     | 0,048       | 0,068       | 0,077  | 0,112  | 0,874     | -0,342 | 0,874  | 1,000  | -0,437 |
| SNOW      | -0,173         | 0,016          | 0,179       | 0,033      | -0,075    | -0,089    | -0,005    | -0,150    | 0,120     | 0,003     | 0,144     | 0,043     | -0,021    | -0,037    | -0,013    | -0,194    | -0,010      | -0,022      | -0,029 | -0,146 | -0,583    | 0,155  | -0,527 | -0,437 | 1,000  |

## **Legenda:**

V matici jsou vyčísleny Spearmanovy pořadové párové korelační koeficienty neparametrického charakteru

Tučně se šrafováním označené hodnoty korelačních koeficientů mezi dvěma nezávislými proměnnými vyjadřují příliš silnou závislost